

**Wissenschaftsorientierter Biologieunterricht  
in Museum und Schule**

–

**Empirische Studie zur  
effektiven Vermittlung von *Scientific Literacy***

Inaugural-Dissertation  
zur  
Erlangung des Doktorgrades (Dr. rer. nat.)  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt  
von Michaela Stephanie Kreft  
aus Köln

Bonn 2007



Angefertigt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

1. Gutachterin: **Prof. Dr. Annette Upmeier zu Belzen**

2. Gutachter: **Prof. Dr. J. Wolfgang Wägele**

Tag der Promotion: 11.01.2008

Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn [http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss\\_online](http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online) elektronisch publiziert.

Erscheinungsjahr 2008



*Unser Wissen ist ein kritisches Raten, ein Netz von Hypothesen,  
ein Gewebe von Vermutungen.*

Karl R. Popper  
1935  
Logik der Forschung

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG</b>	<b>9</b>
<b>2. THEORETISCHE GRUNDLEGUNG</b>	<b>12</b>
2.1. <i>SCIENTIFIC LITERACY</i>	12
2.2. METAKOGNITION	17
2.3. INTERESSE	21
2.4. SELBSTKONZEPT	24
2.5. EINSTELLUNG ZU SCHULE UND BIOLOGIEUNTERRICHT	27
2.6. RAHMENKONZEPTION	29
2.7. ZIELE UND HYPOTHESEN DER UNTERSUCHUNGEN	31
<b>3. FORSCHUNGSDESIGN UND METHODIK</b>	<b>34</b>
3.1. ORTE DER UNTERSUCHUNGSDURCHFÜHRUNG	34
3.2. PROBANDEN	36
3.3. EXPERIMENTELLE DURCHFÜHRUNG	37
3.4. FRAGEBOGENENTWICKLUNG	42
3.5. STATISTISCHE AUSWERTUNGSVERFAHREN	57
<b>4. ERGEBNISSE I (HAUPTSTUDIE)</b>	<b>60</b>
4.1. ZUSAMMENSETZUNG DER TEILNEHMENDEN GRUPPEN	60
4.2. ANALYSE DER EINSTELLUNGS AUSPRÄGUNGEN ZU SCHULE UND BIOLOGIEUNTERRICHT	60
4.3. ANALYSEN ZUM PARAMETER „INTERESSIERTHEIT“	62
4.4. ANALYSEN ZUM PARAMETER „FÄHIGKEITSELBSTKONZEPT ZUM FORSCHENDEN LERNEN“	70
4.5. ANALYSEN ZUM PARAMETER „LANGFRISTIGER LERNERFOLG“	93
4.6. INTERDEPENDENZ DER ERFASTEN MOTIVATIONALEN PARAMETER	95
<b>5. ERGEBNISSE II (INTERNATIONALE ANBINDUNG)</b>	<b>98</b>
5.1. INTERNATIONALER VERGLEICH MOTIVATIONALER PARAMETER ZWEIER MODELLGRUPPEN (USA – DEUTSCHLAND)	98
5.2. EVALUATION ZWEIER LERNMODULE IM <i>SAN DIEGO NATURAL HISTORY MUSEUM</i>	103
<b>6. DISKUSSION</b>	<b>115</b>
6.1. METHODENDISKUSSION UND BEDEUTUNG DER ERGEBNISSE	115
6.2. REFLEKTIEREN UND LERNEN – INITIIERTE METAKOGNITION UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF	

INTERESSIERTHEIT UND LANGFRISTIGEN LERNERFOLG	118
6.3. DAS GEFÜHL VON KOMPETENZ – INITIIERTE METAKOGNITION UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DAS FÄHIGKEITSELBSTKONZEPT ZUM FORSCHENDEN LERNEN	126
6.4. ALLES EINE FRAGE DER EINSTELLUNG? – INTERDEPENDENZ MOTIVATIONALER PARAMETER IM LERNPROZESS	138
6.5. EIN VERGLEICH ZWISCHEN DEUTSCHLAND UND DEN USA – MOTIVATIONAL RELEVANTE ASPEKTE FÜR WISSENSCHAFTSORIENTIERTEN BIOLOGIEUNTERRICHT BEI ZWEI MODELLGRUPPEN	145
6.6. VORZEIGEPROJEKTE? – EVALUATION ZWEIER LERNMODULE AM SAN DIEGO NATURAL HISTORY MUSEUM	151
6.7. BIOLOGIEUNTERRICHT UND <i>SCIENTIFIC LITERACY</i> – EIN PRAXISORIENTIERTES MODELL FÜR SCHULISCHE UND AUßERSCHULISCHE LERNORTE	160
<b>7. AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN FÜR PRAXIS UND FORSCHUNG</b>	<b>169</b>
<b>8. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>172</b>
<b>9. DANKSAGUNG</b>	<b>174</b>
<b>10. LITERATUR</b>	<b>175</b>
<b>11. ANHANG</b>	<b>185</b>
11.1. FOTOS	185
11.2. ORIGINAL-FRAGEBÖGEN	193
11.3. MATERIAL FÜR DAS LERNMODUL „GUT ZU FUß - GECKO, CHAMÄLEON & CO WISSENSCHAFTLICH UNTERSUCHT“	199
11.4. VERZEICHNIS DER TABELLEN	218
11.5. VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	221
11.6. VERZEICHNIS DER ZEICHEN UND ABKÜRZUNGEN	223



## 1. Einleitung und Zielsetzung

Die Fähigkeiten von Schülern zur Selbstreflexion, ihr Organisationstalent, ihre Fähigkeit im Team zu arbeiten und zu kommunizieren und ähnliche über das Fachwissen hinausgehende Kompetenzen traten bis vor einigen Jahren vor allem am Ende und nach der Schullaufbahn in den Blickpunkt von Schule und Gesellschaft. Diese so genannten *Soft Skills* (KINKEL 1997) wurden vor allem als Qualifizierung für das Berufsleben oder für ein Universitätsstudium gesehen. Dementsprechend galt der Erwerb dieser universellen Kompetenzen in den Richtlinien für den schulischen Unterricht besonders in den höheren Klassenstufen und in der gymnasialen Oberstufe als explizites Lernziel.

In den letzten Jahren hat die Kompetenzförderung während der gesamten Schullaufbahn an Bedeutung gewonnen. Seit der regelmäßigen Durchführung internationaler Vergleiche von Schülerleistungen im Rahmen der *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS) (BAUMERT et al. 2000) und des *Programme for International Student Assessment* (PISA) (ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) 2004) erhält die in Deutschland in Teilbereichen verbesserungswürdige Schulbildung Aufmerksamkeit in der öffentlichen und politischen Diskussion. Europaweit wurde die Notwendigkeit zu einer strukturellen Veränderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts erkannt und im so genannten „Rocard-Report“ mit dem programmatischen Titel *Science Education Now* im Sommer 2007 von der Europäischen Kommission festgehalten (EUROPEAN COMMISSION 2007).

Speziell in den naturwissenschaftlichen Fächern werden die sowohl für Studium und Beruf als auch für ein reflektiertes Alltagsverhalten grundlegenden Fähigkeiten unter dem aus dem Englischen übernommenen Fachbegriff *Scientific Literacy* zusammengefasst. Dazu gehören z.B. die Anwendung naturwissenschaftlichen Wissens, Kommunikationskompetenz und die fundierte Bewertung naturwissenschaftlich relevanter Entscheidungen. Mit der Festschreibung von Bildungsstandards (KULTUSMINISTERKONFERENZ 2005) ist die Förderung von *Scientific Literacy* und damit die wissenschaftsorientierte Gestaltung von Unterricht inzwischen für alle Schulformen und -stufen verbindlich festgelegt. Diese Neuerung stellt eine Herausforderung für Lehrpersonen dar, die naturwissenschaftlichen, wissenschaftspropädeutischen Kompetenzen im Unterricht – auch an außerschulischen Lernorten – effektiv zu vermitteln. Sowohl in der schulischen Praxis als auch in der fachdidaktischen Forschung besteht daher ein Bedarf an fundierten Leitlinien zur wirksamen Gestaltung der wissenschaftspropädeutischen Lernprozesse.

---

Außerschulische Lernorte bieten neben dem regulären Schulunterricht die Möglichkeit, unterrichtsrelevante Inhalte in einem ungewohnten Umfeld zu erarbeiten und sie besonders anschaulich zu erfahren. Forschungslabore speziell für Schüler<sup>1</sup> und Umweltbildungszentren gehören zu den modernen Einrichtungen für außerschulischen, naturwissenschaftlichen Unterricht (ENGELN 2004). Auch die klassischen Naturkundemuseen setzen verstärkt auf die adressatenorientierte, themenvernetzende Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte mit zeitgemäßen Medien (COMMANDEUR & DENNERT 2004). An den außerschulischen Bildungsstätten werden die Inhalte oftmals wissenschaftsorientiert unterrichtet, das heißt, dass Schüler dort oft mit wissenschaftlich relevanten Beispielen und mit wissenschaftlichen Methoden arbeiten. Mit der Festlegung des Lernziels *Scientific Literacy* für alle Jahrgangsstufen erhält diese Form des Unterrichtens eine verstärkte Bedeutung. Aus Sicht der Schulen gewinnen die außerschulischen Lernorte damit für den naturwissenschaftlichen Unterricht an Attraktivität, da sie Wissenschaft oftmals authentischer vermitteln als es im Klassenzimmer möglich ist. Über den Wert als einmalige Erfahrung hinaus kann der Klassenbesuch in einer solchen Bildungsstätte sinnvoll in den Fachunterricht integriert werden. Aus Sicht der Schülerlabore, Science Center und Museen wiederum ist es attraktiv, ihrer Funktion als unterrichtsergänzende Lernorte gerecht zu werden, weil dies die Relevanz ihrer Angebote unterstreicht und auch ihre Wettbewerbssituation verbessern kann.

In den letzten Jahren erscheinen vermehrt Artikel und Handbücher, die Vorschläge für das wissenschaftspropädeutische Arbeiten im Unterricht liefern. Die Handreichungen für den Unterricht beinhalten zumeist Ideen und Methoden, die sich subjektiv in der Praxis bewährt haben. Von der fachdidaktischen Forschung wurde allerdings bisher kaum untersucht, welche Methoden dabei objektiv effektiv sind und *Scientific Literacy* nachhaltig vermitteln. Bislang mangelt es an Modellstudien, die – basierend auf empirischen Ergebnissen – praxisorientierte Hinweise für den Unterricht an schulischen und außerschulischen Lernorten zulassen.

Die vorliegende Arbeit untersucht mit Hilfe quantitativer Methoden, wie wissenschaftsorientiertes Inhalts- und Prozesswissen effektiv vermittelt werden kann. In einer empirischen Studie wurde dazu das Zusammenspiel motivationaler und kognitiver Komponenten des Lernens beim Erwerb von *Scientific Literacy* untersucht. Dabei erfolgte die Datenerhebung hauptsächlich am außerschulischen Lernort Naturkundemuseum, das einen authentischen Schnittpunkt zwischen Wissenschaft und ihrer Vermittlung darstellt.

---

<sup>1</sup> In der vorliegenden Arbeit wird häufig von Schülerinnen und Schülern gesprochen. Der leichteren Lesbarkeit wegen wird lediglich der Ausdruck „Schüler“ verwendet, selbstverständlich sind aber immer auch die weiblichen Schülerinnen gemeint.

Lernprozesse können von personeninternen, von situationsbezogenen und von Faktoren des generellen persönlichen und gesellschaftlichen Umfelds mitbestimmt werden. Für die Untersuchung wurden aus der Vielzahl der lernrelevanten Parameter einige für die Motivation außerordentlich relevante ausgewählt: Das individuelle Interesse von Schülern (SCHIEFELE et al. 1983; KRAPP 1992a; VOGT 1998; UPMEIER ZU BELZEN & VOGT 2001), ihr Selbstkonzept (BANDURA 1977; HELMKE 1992; KRAPP 1997; RYAN & DECI 2000; DWECK & MOLDEN 2005) und ihre Einstellung zu Schule und Biologieunterricht (CHRISTEN et al. 2001; UPMEIER ZU BELZEN & VOGT 2001; UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004). Auch die Reflexion während des Lernens über das Lernen selbst, die zu den metakognitiven Fähigkeiten gehört, kann den Lernprozess mit beeinflussen (FLAVELL 1976; BROWN 1984; CHI 1984; WEINERT 1984; WELLMAN 1985). Der Einfluss dieser Metakognition auf den Lernprozess und auf die übrigen motivationalen Parameter ist zentraler Untersuchungsaspekt der vorliegenden Arbeit. Dahinter steht die Vermutung, dass die Metakognition möglicherweise ein essentielles Element im Unterricht ist, wenn *Scientific Literacy* nachhaltig vermittelt werden soll.

Aufgrund bildungspolitisch unterschiedlicher Entwicklungen wurde in den USA mit einer Förderung der *Scientific Literacy* zeitlich bereits früher begonnen als in Deutschland. Außerdem gelten speziell die außerschulischen Bildungsprogramme in den USA oftmals als Vorreiter und Vorzeigebispiele für innovative didaktische Ansätze. Daher wurden die Ergebnisse aus der Hauptstudie zusätzlich international vergleichend eingebunden und hinsichtlich der praktischen Umsetzung Erkenntnisse aus der Evaluation von Lernmodulen in einem amerikanischen Naturkundemuseum gezogen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, aussagekräftige und objektive Kriterien zur lernwirksamen Vermittlung von *Scientific Literacy* zu finden, aus denen sich praxisorientierte Leitlinien ableiten lassen. Die Analyse der Ergebnisse führt zu einem fachdidaktisch begründeten, praxisorientierten Modell und resultiert in einem Empfehlungskatalog zur Durchführung von wissenschaftsorientierten Lernmodulen an schulischen und außerschulischen Lernorten.

---

## 2. Theoretische Grundlegung

### 2.1. *Scientific Literacy*

#### 2.1.1. Abgrenzung der Begriffe *Scientific Literacy* und Wissenschaftspropädeutik

Der Begriff „*Scientific Literacy*“ stammt aus dem angloamerikanischen Sprachgebrauch, und ist am ehesten zu übersetzen als „Naturwissenschaftliche Grundbildung“. In der deutschen Sprache wurde bis in die 1990er Jahre vor allem der Begriff „Wissenschaftspropädeutik“ verwendet, der in mancher Hinsicht ein ähnliches Konzept beinhaltet wie „*Scientific Literacy*“. „Wissenschaftspropädeutik“ betont allgemein die Wissenschaftlichkeit des Biologieunterrichts und wird sowohl für die Frühförderung im Grundschulalter verwendet als auch für die speziell studiumsvorbereitende Bildung im gymnasialen Bereich. „*Scientific Literacy*“ dagegen meint die grundlegende, auch alltagsrelevante naturwissenschaftliche Bildung für alle Schüler, unabhängig von Schulform oder -stufe. In den letzten Jahren wird auch in Deutschland zunehmend von „*Scientific Literacy*“ als Ziel des Biologie-Fachunterrichts gesprochen, andererseits wird „Wissenschaftspropädeutik“ durch die Aktualisierung der Begriffsdefinition auch teilweise vergleichbar mit „*Scientific Literacy*“ verwendet. Um die aktuelle Präsenz des Begriffs „*Scientific Literacy*“ und die damit einhergehende Diskussion nachvollziehen zu können, wird im Folgenden kurz die Begriffsentstehung und die Ausdifferenzierung seiner Bedeutung im engen Zusammenhang mit der US-amerikanischen Reformierung naturwissenschaftlichen Unterrichts in den letzten fünfzig Jahren skizziert.

#### 2.1.2. Entwicklung des Begriffs *Scientific Literacy* im Zusammenhang mit der US-amerikanischen Bildungsreform

PAUL DEHART HURD benutzte 1958 den Begriff *Science Literacy* erstmalig im Kontext mit der naturwissenschaftlichen Schulbildung (HURD 1958). Erst Mitte der 1960er Jahre entstand ein erster Konsens über dessen Bedeutung, die von PELLA (1967) wie folgt erstmals definiert wurde:

- “The scientifically literate person should understand the interrelationships between science and society;
- The scientifically literate person should understand the methods and processes of science;

- The scientifically literate person should have knowledge of fundamental science concepts or conceptual schemes;
- The scientifically literate person should understand the difference between science and technology;
- The scientifically literate person understands the relationships between science and the humanities, or better still, looks upon science as one of the humanities”.

Zwischen den 1960ern und 1990er Jahren wurden in den USA mehrere Anläufe für eine umfassende Unterrichtsreform für die naturwissenschaftlichen Fächer gestartet, die aber unter anderem aufgrund fehlender oder unzureichender Vorschläge für die konkrete Umsetzung in den Distrikten und Schulen ineffektiv blieb. In den 1990er Jahren wurde dann eine Reform initiiert, die ausgehend von politisch orientierten Forderungen nationalweit Unterstützung fand und deren Resultate ein umfassendes theoretisches Rahmenkonzept sowie differenzierte Implementationsregularien und Unterrichtsprogramme waren. Politisch spielte dabei eine Rolle, dass Amerika, dessen Schüler bei internationalen Assessments des mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundwissens relativ schlecht abschnitten, seine Rolle als führende Industrienation gefährdet sah. Daher sollten unter anderem die Prozentrate der Schüler mit High School Abschluss sowie speziell die ökonomisch bedeutsamen Leistungen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern gesteigert werden. Politisch und fachlich wegweisende Publikationen in diesem Zusammenhang waren *A Nation at Risk* (NATIONAL COMMISSION ON EXCELLENCE IN EDUCATION 1983), *Science for all Americans* (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS) 1989), *Benchmarks for Science Literacy* (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS) 1993). 1996 veröffentlichte das *National Research Council* die *National Science Education Standards* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL 1996), in denen unter anderem eine differenzierte Definition von *Scientific Literacy* als übergeordnetes Lernziel der naturwissenschaftlichen Fächer vorgegeben wird. *Scientific Literacy* definiert darin die generellen Lernziele in den Naturwissenschaften. Sie impliziert dieselben Standards für alle Schüler und repräsentiert ein Kontinuum von Verstehen und Fähigkeiten. Das Konzept der *Scientific Literacy* betont die Multidimensionalität der Naturwissenschaften und beinhaltet die angewandten Aspekte der Naturwissenschaften z.B. in der Technologie (BIOLOGICAL SCIENCE CURRICULUM STUDY 1993; BYBEE 1997). LAUGKSCH (2000) gibt in einem konzeptuellen Überblick über den Begriff *Scientific Literacy* als der Definition zugrunde liegende Hauptmerkmale folgende an: Naturwissenschaften im Kontext der Sozialwissenschaften, Angewandte Aspekte und Umsetzung in der Technologie, Wertaspekt und Wissen als Entscheidungsgrundlage.

---

*Scientific Literacy*, wie sie in den *National Science Education Standards* definiert wird, erfordert:

- eine fächerübergreifende Herangehensweise, die die Anwendbarkeit des Wissens auf Technologie, Ethik und Soziales fördert;
- einen konstruktivistischen Ansatz für die Lernmethodik, indem die Schüler durch eigene Erfahrungen lernen;
- Experimente und eigene Untersuchungen als zentralen Teil der Lehrmethodik;
- standardisierte Unterrichtsinhalte, um für die Gleichheit aller Schüler Sorge zu tragen und einen gleichen Lernerfolg für alle zu ermöglichen, unabhängig von sozialer oder ethnischer Herkunft, Intelligenz und Grad des Interesses;
- regelmäßiges Assessment von Unterricht, das an die Lernziele angepasst ist und sowohl die Leistung als auch die Möglichkeit zum Lernen sichert (BYBEE 1995).

### **2.1.3. *Scientific Literacy* als Lernziel und die Einführung von Kerncurricula und Bildungsstandards in Deutschland**

In Deutschland ist bereits seit den 1970er Jahren Wissenschaftspropädeutik eines der wichtigsten Lernziele des Fachunterrichts Biologie in der gymnasialen Oberstufe. Bis vor wenigen Jahren spielte aber der Aspekt des untersuchenden Lernens (*Inquiry-Learning*) im Unterricht noch eine untergeordnete Rolle. Dementsprechend ist auch die deutsche Fachliteratur zu Themen wie „Experimente im Unterricht“, „Naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg im Unterricht“ oder ähnliches bis in die 1990er Jahre hinein sehr wenig vertreten. „Wissenschaftspropädeutik“ wurde bis dahin auch eher in der allgemeinen Pädagogik diskutiert als in der Fachdidaktik (VON HENTIG 1974; VON FALKENHAUSEN 1985; HABEL 1990; HUBER 1994). Die Ergebnisse der *Third International Mathematics and Science Study* (TIMSS) (BAUMERT et al. 1997; BAUMERT et al. 2001b) und das *Programme for International Student Assessment* (PISA) (BAUMERT et al. 2001c; ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) 2001, 2004) lieferten in Deutschland intensive Diskussionsanstöße, da die erzielten Schülerleistungen u.a. in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern im internationalen Vergleich unbefriedigend ausfielen. Als spezielle Defizitbereiche wurden das konzeptuelle Verständnis und das Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen, d.h. die fachspezifische Methodenkompetenz und das wissenschaftliche Prozessdenken eruiert (BAUMERT et al. 1998; MAYER 2004). Neben zahlreichen zum Teil in den Bundesländern sehr unterschiedlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Schulsituation und des Curriculums, traten

seit 2005 schrittweise für einzelne Fächer landesweite Bildungsstandards mit den Schwerpunkten Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung in Kraft (KULTUSMINISTERKONFERENZ 2005). Zudem wurden Kerncurricula für die gymnasiale Oberstufe für die einzelnen Fächer erarbeitet, die zusätzlich zu fachspezifischen Kompetenzen auch die zur Vermittlung einzusetzenden Methoden beschreiben (HARMS et al. 2004). Die in beiden Schriften enthaltenen Vorgaben sind vergleichbar mit dem in den USA entwickelten Konzept der *Scientific Literacy*. In der begleitenden Fachdiskussion gewinnt die Forderung nach Implementierung der fachwissenschaftlichen Methodik im Sinne des *Inquiry-Learning* und der wissenschaftspropädeutischen Kompetenzen an Bedeutung (SCHMIDKUNZ & LINDEMANN 1999; LANGLET 2001; REINMANN-ROTHMEIER & MANDL 2001) ebenso die Fähigkeit der Schüler, das Fachwissen auch fächerübergreifend anzuwenden und letztlich auf gesamtgesellschaftliche Zusammenhänge zu transferieren (KULTUSMINISTERKONFERENZ 1995; BAUMERT 1997; KLIEME et al. 2001).

Gemeinsam ist den Bemühungen um Bildungsstandards in den USA und in Deutschland, dass durch standardisierte Lernziele die gleichmäßige Erreichung dieser Lernziele durch alle Schüler gesichert werden soll. Der Aspekt des *Inquiry Learning*, des Lernens durch praxisorientierte eigene Untersuchungen, wird dabei in den USA stärker betont als in Deutschland. Ebenso scheint trotz der beiderseitigen Orientierung an einer standardisierten Bildung der Aspekt der Gleichheit bezüglich sozialer Herkunft, ethnischer Herkunft und Intelligenz der einzelnen Schüler in den USA eine größere Rolle zu spielen, da in den entsprechenden Schriften hierauf vermehrt explizit hingewiesen wird.

#### **2.1.4. Konzepte und Kompetenzen im schulischen und außerschulischen Biologieunterricht**

Generell werden außerschulische Lernorte als Möglichkeit zur Ergänzung des Biologieunterrichts gesehen (KULTUSMINISTER DES LANDES NRW 2004). Als Leitideen für den Biologieunterricht in schulischen und außerschulischen Lernorten gelten:

- die Vermittlung vom Verständnis der lebendigen Natur und eines Selbstverständnisses des Menschen als Teil dieser Natur;
- das Kennenlernen verschiedener Modi der Welterschließung, besonders des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs;
- Einblick in die Rolle der Wissenschaft als Teil der Gesellschaft (MAYER et al. 2004).

---

Die Kompetenzen, die es zu erreichen gilt, werden dabei in vier Großbereiche gegliedert:

- Fachwissen;
- Erkenntnisgewinnung;
- Kommunikation;
- Bewertung (MAYER et al. 2004).

Basiskonzepte, die vermittelt werden sollen, umfassen:

- Prinzipien lebender Systeme (Struktur- und Funktionszusammenhänge, Humanbiologie, Physiologie);
- Ebenen lebender Systeme (Organismen, Populationen, Ökosysteme);
- Diversität lebender Systeme, Evolution lebender Systeme (Genetik, Evolutionsökologie) (MAYER 2004; MAYER et al. 2004).

Als in Vernetzung zu vermittelnde Teilaspekte der Wissenschaftspropädeutik gelten nach MAYER et al. (2004):

- Erkenntnismethoden inkl. deren Grenzen, ethische Kriterien, Bewertungsfähigkeit, Kooperationsfähigkeit;
- Wissenschaftliches Denken und Prozessdenken, z.B. Hypothesenbildung, Verifizierung/ Falsifizierung, Deutung der Befunde;
- Natur der Naturwissenschaft (z.B. Im Gegensatz zu Religion und Kreationismus): Empirie, Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, Intersubjektivität, Wertfreiheit, Widerspruchsfreiheit;
- Wissenschaft und Gesellschaft (Anwendungsbezug, Kommunikationsfähigkeit) Befähigung zu ethisch fundiertem Verhalten.

Inzwischen finden diese im Sinne der *Scientific Literacy* grundlegend zu vermittelnden Fähigkeiten des spezifisch naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens auch deutliche Erwähnung in den Lehrplänen für die Grundschule und die Sekundarstufe I (KULTUSMINISTER DES LANDES NRW 2004).

## 2.2. Metakognition

### 2.2.1. Definition

Metakognition bezeichnet eine Form der Kognition, einen übergeordneten Denkprozess, der das Verständnis, die Planung und die Kontrolle der eigenen Kognition umfasst. Metakognition kann definiert werden als das Nachdenken über das Denken oder das Bewusstsein einer Person über die eigene Kognition (WELLMAN 1985). Als vergleichbare Mechanismen können im weitesten Sinne Selbstregulation und Selbstmanagement gesehen werden. Den Beginn der Arbeiten zur Metakognition als Gegenstand der entwicklungspsychologischen Forschung bildeten die Arbeiten von JOHN FLAVELL und seiner Arbeitsgruppe, die 1971 den Begriff Metagedächtnis in die Literatur einführten. FLAVELL betont später, dass Metakognition im Grunde nicht nur das Bewusstsein über die eigene Kognition umfasst sondern auch über Gefühle, Motive und Handlungen. So fasst er unter Metakognition alle Formen der Selbstkontrolle zusammen (FLAVELL 1976, 1979, 1984).

Die begriffliche Abgrenzung von Metakognition wurde in der Fachliteratur vielfach diskutiert. Welche Denkprozesse können als metakognitiv bezeichnet werden? Wie genau ist die Trennung zwischen kognitiven und metakognitiven Denkprozessen zu ziehen? ANN BROWN, die grundlegende Studien zum Themenbereich Metakognition vor allem in Bezug auf das Leseverständnis gemacht hat, trennt zur Definition von Metakognition klar zwischen dem Wissen über Kognition (deklarativ) und den Prozessen, die zur Steuerung und Überwachung des Lernens und Handelns eingesetzt werden (prozedural) (BROWN 1984). Zum Teil werden zusätzlich strategische Aspekte metakognitiver Leistungen herausgestellt (CHI 1984). Metakognition umfasst demnach sowohl deklarative als auch prozedurale und strategische Anteile. FLAVELL selbst findet ähnliche Kategorien: Das metakognitive Wissen kann sowohl Wissen über Personvariablen, Aufgabenvariablen sowie Strategievariablen beinhalten (FLAVELL 1984). Wissen über Personvariablen umfasst demnach das Wissen über eigene Fähigkeiten und Wissenslücken, aber auch die Einordnung dieser Fähigkeiten im interindividuellen Vergleich zu anderen. Aufgabenvariablen umfassen die Erfahrung mit bestimmten Aufgabentypen, die als komplex oder klar strukturiert wahrgenommen werden, die sorgfältiges oder eher repetitives Arbeiten erfordern. Zum metakognitiven Strategiewissen schließlich zählen alle auf Erfahrung beruhenden Herangehensweisen an Aufgaben oder Handlungen, beispielsweise das Überfliegen eines Textes zur Überblicksgewinnung bevor der Text im Detail gelesen wird (FLAVELL 1984). Insgesamt ist das Konzept der Metakognition wie viele psychologischen Konzepte ein reines Konstrukt, das immer teilweise vage bleibt. Im Gegensatz zu den „harten Daten“ (z.B.

---

Temperatur, Länge, Luftdruck etc.) wie sie von Naturwissenschaftlern meistens gemessen werden, handelt es sich selbst bei den genauesten und sorgfältigsten Ansätzen Metakognition zu messen, immer um „weiche Daten“, die nur indirekt über andere Parameter erfasst werden können. Definitionen und begriffliche Abgrenzungen wie die zwischen Kognition und Metakognition sind daher immer bis zu einem gewissen Grad unzulänglich.

### **2.2.2. Zur Unterscheidung zwischen Kognition und Metakognition**

Mit der Definition von Metakognition geht unmittelbar die Schwierigkeit einher, zwischen kognitiven und metakognitiven Denkprozessen zu unterscheiden. Dies wird von zahlreichen Autoren betont (BROWN 1984; WEINERT & KLUWE 1984; METCALFE & SHIMAMURA 1994). Zur Differenzierung können folgende Beispiele dienen: Das Lesen eines Textes ist eine kognitive Leistung, das Monitoring des eigenen Textverständnisses hingegen wird als metakognitive Leistung bezeichnet. Vokabeln zu lernen gehört zu den kognitiven Prozessen. Wenn jemandem jedoch bewusst wird, dass es ihm leichter fällt Rechenaufgaben zu lösen als Vokabeln zu lernen, ist dies eine metakognitive Leistung. In einem Experiment die Anweisungen zu befolgen und die notwendigen Chemikalien in der richtigen Reihenfolge zu mischen, kann als kognitiver Prozess gesehen werden. Wenn jemandem aber bewusst wird, dass man eigentlich gar nicht durchschaut, warum gerade diese Chemikalien verwendet werden, ist dies ein metakognitiver Vorgang (FLAVELL 1976).

### **2.2.3. Metakognition und Lernen**

Es gibt Anlass zur Annahme, dass Lerner mit hohen metakognitiven Fähigkeiten besonders gute Leistungen erzielen können (WEINERT & KLUWE 1984). Metakognitive Prozesse wie Selbsteinschätzung der eigenen Lernleistung, Planen und Regulieren der eigenen Arbeitsschritte und das Wissen über eigene Wissenslücken sind zum großen Teil stetig ablaufende, unbewusste Mechanismen. Experten eines Themas oder einer Methode – also kompetente Personen – verfügen im Gegensatz zu Novizen über ausgeprägte metakognitive Fähigkeiten (STERNBERG 2005). Wichtige grundlegende Ergebnisse lieferten dazu u. a. die Untersuchungen von SIMON & CHASE an Schachspielern (SIMON & CHASE 1973). Experten im Schachspiel verfügen demnach im Gegensatz zu Novizen über einen größeren Erfahrungshintergrund und sind durch ihr Spezialwissen geschicktere Problemlöser, die ihre kognitiven Leistungen während des

Denkprozesses kontrollieren. Kompetente Personen haben einen größeren Überblick über die Inhalte, können vorhergegangene und nachfolgende Arbeitsprozesse überschauen und trauen sich ähnliche Aufgaben eher zu als weniger kompetente Personen.

SCHOENFELD hat höchst aufschlussreiche Ergebnisse zur Unterschiedlichkeit von Arbeitsprozessen und deren Veränderung nach erfolgtem Lernen geliefert (SCHOENFELD 1992). Er verglich das Problemlöseverhalten in Mathematik von Schülern und von Experten. Dazu untersuchte er zunächst Highschool und College Schüler, die ein Problem lösen sollten, das nicht ihren gewohnten Aufgaben entsprach sondern gänzlich neu war, unbekannt und außerhalb des Kontextes. Etwa sechzig Prozent der Schüler entschieden sich unter diesen Bedingungen schon nach sehr kurzer Bearbeitungszeit für eine bestimmte Herangehensweise und versuchten bis zum Schluss, diesen Ansatz durchzuführen, was fast immer scheiterte. Ein Experte, in diesem Fall ein Angehöriger der mathematischen Fakultät, beschäftigte sich fast die Hälfte der gesamten Bearbeitungszeit mit dem genauen Erfassen des Problems und begann erst mit der Lösung, nachdem sichergestellt war, dass er in die richtige Richtung dachte. Auch während der eigentlichen Problemlösungsphase analysierte und kontrollierte er immer wieder die eigene Arbeit, generierte und verwarf neue Lösungswege und fand schließlich zur Lösung.

Mehrere Autoren stellen heraus, dass metakognitive Fähigkeiten bewusst gemacht und sogar trainiert werden können (GARNER & ALEXANDER 1989; BRANSFORD et al. 1999). Dazu muss Metakognition sorgfältig initiiert werden (WEINERT 1984). In der beschriebenen Studie von SCHOENFELD wurden die unerfahrenen Schüler schließlich in einem speziellen Kurs trainiert, wobei metakognitive Aspekte des Problemlösens im Mittelpunkt standen. Anschließend wurde wiederum das Problemlöseverhalten beobachtet. Auch wenn die Schüler nicht das gleiche Problemlöseverhalten zeigten wie der Experte, nahm doch die Zeit, die mit Analyse und Selbstkontrolle verbracht wurde, signifikant zu. Die metakognitiven Fähigkeiten der Schüler konnten offensichtlich fruchtbringend trainiert werden (SCHOENFELD 1992).

#### **2.2.4. Metakognition und Interesse**

Experten beschäftigen sich häufig freiwillig über lange Zeiträume und regelmäßig mit ihrem Fachgebiet. Sie verfügen offensichtlich über eine erhöhte Bereitschaft zu weiterer Auseinandersetzung mit einem Thema, was mit einem erhöhten Interesse am Thema korreliert (KRAPP 1992b). Ein wichtiger Ansatzpunkt für die Studien der vorliegenden Arbeit ist die Annahme, dass demnach hohe metakognitive Fähigkeiten mit einem hohen Interesselevel verbunden sein müssten. Um die Kompetenz, das Prozesswissen, den Lernerfolg und das

---

Interesse an einem Thema bei Schülern zu fördern, könnte die Initiierung von Metakognition ein wirksamer Faktor sein. Bisher existieren keine Studien darüber, ob tatsächlich ein Zusammenhang zwischen Metakognition und dem motivationalen Parameter Interesse besteht und -- falls er besteht – wie er sich auswirkt. In der vorliegenden Arbeit wird neben anderen Aspekten auch dieser Zusammenhang untersucht.

## **2.3. Interesse**

### **2.3.1. Interesse im Lernkontext**

Das dieser Arbeit zugrunde liegende Verständnis von Interesse beruht auf der Münchner Interessentheorie, die zunächst von SCHIEFELE begründet und später u.a. von KRAPP weiterentwickelt wurde (SCHIEFELE et al. 1983; KRAPP 1992a). Danach entspricht jede Beschäftigung mit einem Thema oder einer Idee einer Person-Gegenstands-Auseinandersetzung, aus der eine spezifische Interessenrelation resultiert. Krapp unterscheidet in diesem Zusammenhang das situationale, kurzfristige Interesse an einem Gegenstand vom langfristigen, individuellen Interesse. Eine Interessehandlung ist im Lernkontext dadurch gekennzeichnet, dass sie auch trotz möglicherweise auftretender Schwierigkeiten für das handelnde Individuum von Aufmerksamkeit und zumeist subjektiv empfundener Freude begleitet ist. Für das Lernen ist dies von großer Bedeutung, da der Lerner in diesem Fall intrinsisch motiviert und freiwillig zur Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand bereit ist. Er enthält außerdem für das Individuum eine wie auch immer geartete Bedeutung, so dass gute Bedingungen für Lernerfolg gegeben sind. Das situationale Interesse wird in einer Unterrichtssituation meistens rein didaktisch initiiert, wenn kein aktivierbares oder aktualisiertes Interesse voraussetzbar ist.

Bei wiederholter Auseinandersetzung mit einem Gegenstand kann sich eine stabilere Interessenlage herausbilden. Wenn positive Erfahrungen gemacht werden, kann so ein langfristiges, individuelles Interesse entstehen. Man kann zudem zwischen der Interessantheit des Gegenstandes oder Themas und der Interessiertheit des Schülers unterscheiden. Im Gegensatz zum Interesse wird die Interessiertheit als situationsbezogene, kurzfristige Einheit verstanden und entspricht einer in einer Kurzbefragung erfassbaren Einheit. In der hier vorliegenden Arbeit wird hauptsächlich von der Interessiertheit die Rede sein, da sie inklusive der Interessantheit des Gegenstandes der im Fragebogen erfasste Parameter ist. Bei einer Fragebogenerhebung ist zu beachten, dass immer nur die „berichtete Interessiertheit“ und die „berichtete Interessantheit“ erfasst werden kann. Aussagen, die Probanden über sich selbst treffen, müssen nicht unbedingt mit dem tatsächlichen Zustand übereinstimmen. Dies gilt auch für alle anderen erfassten Parameter.

### **2.3.2. Die Entstehung von Interesse und Nicht-Interesse**

Die Entwicklung von Interesse lässt sich in drei Stufen nachvollziehen. Die erste Auseinandersetzung wird als Introjektion bezeichnet, die fortgeschrittenen Ebene bei

---

wiederholter Beschäftigung entspricht der Identifikation und schließlich folgt die Integrationsebene, wenn sich ein individuelles Interesse bereits ausgebildet hat (DECI & RYAN 1991). Der gesamte Prozess der Interessenbildung kann als Internalisierung bezeichnet werden (DECI & RYAN 1991). Individuelle Interessen repräsentieren persönlichkeitspezifische Wertvorstellungen und Handlungsbereitschaften und sind langfristig in der Persönlichkeitsstruktur verankert (SCHIEFELE et al. 1983; KRAPP 1992a). Die bisher beschriebenen Interesseausprägungen des situationalen und langfristigen Interesses beziehen sich auf einen positiven Verlauf der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung. Mit der Erweiterung der Interessentheorie durch UPMEIER ZU BELZEN und VOGT (2001), lassen sich zusätzlich Indifferenz und Nicht-Interesse differenzieren. Als situationale, kurzfristige Ausprägung resultiert demnach aus einer negativen Person-Gegenstands-Auseinandersetzung Desinteresse und als zeitunabhängige, situationsunabhängige Form Abneigung.

### **2.3.3. Interesse und Motivation**

Während der Auseinandersetzung mit einem Gegenstand (z.B. Unterrichtsthema) wird die Interesseausprägung auf verschiedenen Ebenen animiert, erstens durch die emotionale Involviertheit, zweitens durch die Bereitschaft zur kognitiven Auseinandersetzung und drittens durch die Wertzuschreibung gegenüber dem Gegenstand (SCHIEFELE et al. 1983). Der Interessenförderung gebührt ein hoher Stellenwert im Unterricht, weil Interesse als motivationale Komponente zentrale Lernbereiche positiv beeinflusst. Wenn die Erlebnisqualität insgesamt eine positive Bilanz hat, kann mit einer positiven Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung mit dem Gegenstand gerechnet werden (KRAPP 1992b). Im pädagogischen Kontext ist es eine Herausforderung, das Interesse von Schülern an neuen Unterrichtsthemen und -gegenständen zu wecken, auch wenn noch kein Vorwissen vorhanden ist. MITCHELL hat dabei zwei fundamentale Aspekte der Interessengenese benannt: Das Erzielen eines ersten Interessezustands wird von ihm als *catch*-Komponente bezeichnet. Wenn es zusätzlich gelingt, das Interesse aufrechtzuerhalten, spricht Mitchell von der *hold*-Komponente (MITCHELL 1993).

Motivation wird von den drei psychologischen Grundbedürfnissen nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit begleitet. Das Kompetenzerleben spiegelt die Erfahrung eigener Handlungsfähigkeit wider. Im pädagogischen Kontext muss ein für die entsprechende Person optimales Anforderungsniveau gewährleistet sein, Unter- und Überforderung müssen vermieden werden. Das Bedürfnis nach Autonomie beinhaltet den Wunsch des Individuums, Ziele und Vorgehensweisen des eigenen Handelns selbst bestimmen zu können. Im pädagogischen

Zusammenhang ist damit nicht das absolute Fehlen von Kontrolle gemeint, sondern die Tatsache, dass der Lerner über Verfahren und Methoden mitbestimmt. Soziale Eingebundenheit schließlich bezieht sich auf das Bedürfnis, sich anderen Personen oder einer Gruppe zugehörig zu fühlen und von anderen akzeptiert zu werden. Konkret sind dies im Unterrichtszusammenhang meist die gesamte Schulklasse oder die Mitglieder einer zusammenarbeitenden Kleingruppe. Diese drei Grundbedürfnisse sollten gleichzeitig abgedeckt sein, um intrinsische Motivation zu ermöglichen (DECI & RYAN 1993; RYAN & DECI 2000; KRAPP & RYAN 2002).

Auf emotionaler Ebene ist schon bei rein situationalem Interesse ein optimales Aktivierungs- und Erregungsniveau der Person vorhanden, das im Optimalfall von Kompetenzgefühl, Autonomieerfahrung und dem Gefühl von sozialer Eingebundenheit begleitet ist. Bei Befriedigung dieser *basic needs* (DECI & RYAN 1993), kann es sogar dazu kommen, dass sich der Lerner völlig aufmerksam, ohne Ablenkung und störende Einflüsse, mit Freude dem Gegenstand auch über eine längere Zeit widmet, was als „Flow-Erleben“ bezeichnet wird (CSIKSZENTMIHALYI & SCHIEFELE 1993; CSIKSZENTMIHALYI et al. 2005). Wenn sich bereits ein langfristiges, individuelles Interesse herausgebildet hat, löst das Reden über und das Denken an den Interessegegenstand positive Gefühle hervor (VOGT 2000). Die emotional positive Tönung bei der Beschäftigung mit dem Gegenstand führt dazu, dass der Interessegegenstand mit dem Ziel interessebezogenen Handelns wiederholt aufgesucht wird (SCHIEFELE et al. 1983). Der Gegenstand erhält durch diese Merkmale einen speziellen Wert für die Person, der von überdauerndem Charakter sein kann (SCHIEFELE et al. 1983).

#### **2.3.4. Interesse und Schulleistung**

Lernen, das von Interesse geleitet ist, ist in pädagogischer Hinsicht von mehrdimensionaler Bedeutung. Zusätzlich zu den motivationsfördernden Aspekten ergeben sich bedeutsame Konsequenzen für die kognitive Struktur des Lernenden. Die mit Interesse lernende Person erfasst einen Interesse-Gegenstand strukturiert und komplex, gleichzeitig bildet sich bei längerfristiger Beschäftigung ein differenziertes Begriffssystem aus. Daraus ergibt sich eine hohe kognitive Komplexität in Form von umfangreichem Wissen und einer gegenstandsbezogenen Handlungskompetenz (VOGT 2001). Insgesamt lässt sich die leistungssteigernde Wirkung von Interesse beim Lernen auch empirisch deutlich nachweisen (KRAPP 1992b). Die Verarbeitungstiefe und damit die spätere Abrufbarkeit von Wissen und Erfahrungen durch Lernen mit Interesse werden positiv beeinflusst (SPITZER 2002).

---

## 2.4. Selbstkonzept

### 2.4.1. Das Selbstkonzept als Personmerkmal und seine Bedeutung für die Motivation

Das psychologische Selbstkonzept beinhaltet im weitesten Sinne die Wahrnehmung der eigenen Person. Pädagogisch relevant sind dabei verschiedene Teilbereiche des Selbstkonzepts, die meistens als eigene Einheiten gesehen werden: das Selbstkonzept der eigenen Fähigkeiten, das Selbstkonzept der eigenen Begabungen, Selbstwirksamkeitserwartungen, Kontrollüberzeugungen etc. (KRAPP 1997). Die hier vorliegende Arbeit widmet sich hauptsächlich dem Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen. Das Selbstkonzept gilt als relativ stabiles Personmerkmal, dem z.B. Wechselwirkungen mit dem Verhalten, der Motivation und auch mit der Leistungsfähigkeit zugeschrieben werden. Von BANDURA (1977) wurde erstmals das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung dargestellt. Er nimmt darin eine grundlegende Differenzierung zwischen Wirksamkeitsüberzeugungen (*efficacy expectations*) und Ergebniserwartungen (*outcome expectations*) vor, die beide als Determinanten für Motivation beschrieben werden. Dieses Konzept hat sich in der fachlichen Diskussion etabliert. In neueren Arbeiten werden zum Teil andere Begriffe verwendet, die ähnliche Bereiche der kognitiven Selbstwahrnehmung betreffen wie z.B. wahrgenommene Kompetenzerfahrung, Handlungsergebniserwartung, Optimismus (KRAPP & RYAN 2002).

In den letzten Jahren sind weitere personale und soziale Aspekte als relevant für die Lernsituation herausgestellt worden, die zusätzlich zur Selbstwirksamkeitserwartung bestimmend für die Motivation sind. Kognitive Aspekte reichen für die Erklärung dabei nicht aus; vielmehr werden die Qualität der sozialen Beziehungen und das emotionale Erleben während des Handlungsverlaufs von verschiedenen Autoren als essentielle Parameter für den Lernprozess beschrieben (DECI & RYAN 1991, 1993; RYAN & DECI 2000; KRAPP & RYAN 2002). Motivation, Interesse und Wohlbefinden sind demnach als ebenso bedeutsame Ziel- und Inhaltskomponenten des Lernens wie die dabei erlebte bzw. entwickelte Kompetenz. In der Selbstbestimmungstheorie der Motivation, die von DECI und RYAN (1993) postuliert wurde, werden in diesem Zusammenhang drei grundlegende Bedürfnisse (*basic needs*) genannt: Kompetenzgefühl, Erleben von Autonomie und sozialer Eingebundenheit. Nur die bedarfsdeckende Erfüllung aller drei Komponenten führt zu einer anhaltenden intrinsischen Motivation (DECI & RYAN 1993).

### 2.4.2. Auf das Selbstkonzept Einfluss nehmende Faktoren

Die Faktoren, die die Ausbildung des schulischen Selbstkonzepts beeinflussen, lassen sich in zwei Großbereiche aufteilen. Zum einen ist es die subjektiv geprägte Repräsentation der eigenen Leistungsfähigkeit, zum zweiten die durch Eltern, Lehrer und Mitschüler und das gesamte Umfeld moderierte Leitungsinformation (FEND 1997). Weitere äußere Einflüsse auf das schulische Selbstkonzept wurden in unterschiedlichen Studien untersucht. Als tatsächlich Einfluss nehmende Größen wurden von FEND in einem Literaturüberblick folgende zusammengestellt: Noten, soziale Schicht, sozialer Kontext im Klassenraum (FEND 1997). Im Klassenraum fördern eine öffentliche Leistungsbewertung, das Fehlen von Binnendifferenzierung, wenig wechselnde Arbeitsgruppen etc. die negative (Selbst-) Stigmatisierung von Schülern. Er formuliert, dass aufgrund der inkonsistenten Ergebnisse zur Einflussstärke das Selbstkonzept trotz einer gewissen Variabilität eine sehr stabile Einheit zu sein scheint (FEND 1997).

Im Zusammenhang mit dem Selbstkonzept werden auch Selbsttheorien diskutiert, die in ihrer Gesamtheit zum Selbstkonzept beitragen. Es ließ sich zeigen, dass Überzeugungen über die Stetigkeit bzw. die Beeinflussbarkeit von Selbsttheorien entscheidenden Einfluss auf das Selbstkonzept selbst haben. Die Vorstellung des Selbst als gegebener, unveränderlicher Einheit (*Entity Self-Theory*) geht mit einem niedrigen Selbstwertgefühl einher, mit einem Hilflosigkeitsgefühl gegenüber Schwierigkeiten und mit einer niedrigen intrinsischen Motivation. Wenn das Selbst als veränderbare Einheit gesehen wird, die einen ständigen Zuwachs erfährt (*Incremental Self-Theory*), verbessert sich das Selbstwertgefühl signifikant, Anstrengung wird als Möglichkeit zur Förderung der eigenen Fähigkeiten gesehen, und die intrinsische Motivation ist stark erhöht (DWECK & MOLDEN 2005). Als weiterer Einflussfaktor gilt der soziale Vergleich innerhalb der sozialen Gruppe. Der „*Small Fish in a Big Pond Effect*“ bezieht sich auf ein Phänomen, bei dem eine Person ein negatives Selbstkonzept durch die Anwesenheit von besonders begabten Peers erwirbt. Bei gleicher Leistung besitzen Studenten eines Elite-Colleges (~ *Big Pond*) eine niedrigere Selbsteinschätzung als Studenten eines Standard-Colleges (WHEELER & SULLS 2005).

### 2.4.3. Selbstkonzept und Schulleistung

Vielfach untersucht wurde bereits der Zusammenhang zwischen Selbstkonzept und schulischer Leistung. Interessant ist, dass der Zusammenhang zwischen Leistung und Selbstkonzept offenbar

---

nicht weltweit in gleichem Maße zu finden ist. Die gemeinsame Varianz von Leistungserfolg und Selbstkonzept (*Agency Beliefs*) divergiert in unterschiedlichen Ländern stark, der Zusammenhang liegt zwischen 15 % (Los Angeles) und 47 % (Ostdeutschland) (LITTLE ET AL. 1995, zitiert in FEND 1997). Insgesamt werden in den meist regional begrenzten Untersuchungen vor allem zwei Forschungsrichtungen verfolgt. Der *Skill-Development*-Ansatz sieht das Selbstkonzept als Folge vorangegangener Leistung. Der *Self-Enhancement*-Ansatz hingegen sieht im Selbstkonzept eine modulierende Bedingung für weitere Arbeiten und Leistungen (VAN AKEN et al. 1997). In Literaturüberblicken wird zwar eine Vielzahl von Studien zu dem Thema genannt, die aber zum großen Teil aufgrund unterschiedlicher Methoden und Erfassungsinstrumente divergieren. In manchen wird Leistung in Noten gemessen, andere erfassen spezifische Teilkompetenzen und sind dadurch kaum mit anderen Studien vergleichbar. Manche Studien erfassen das allgemeine Selbstkonzept, andere das fachspezifische oder aufgabenspezifische Selbstkonzept (HELMKE 1992; VAN AKEN et al. 1997). Die Ergebnisse geben insgesamt allerdings ein inkonsistentes Bild über die Effektstärken, mit denen sich Selbstkonzept und Leistung wechselseitig bedingen. Die wechselseitige Beeinflussung wird aber nicht angezweifelt (KRAPP 1997; VAN AKEN et al. 1997). Pädagogisch relevant ist aber nicht nur der messbare Effekt auf die schulische Leistung, sondern auf Dauer ist der Internalisierungsaspekt von herausragender Bedeutung, der die Persönlichkeitsentwicklung der Schüler bestimmt (SCHNABEL 1997).

## **2.5. Einstellung zu Schule und Biologieunterricht**

### **2.5.1. Erfassung von Einstellungsausprägungen**

Eine Einstellung wird in der Sozialpsychologie als Tendenz verstanden, Objekte, Personen oder Verhalten auf einer stufenlosen Skala zwischen positiv und negativ zu bewerten (KROSNIK & PETTY 1995). In vorausgegangenen Studien ließen sich in der Sekundarstufe I vier Einstellungstypen von Schülern klar von einander abgrenzen, die deren Einstellung zu Biologieunterricht und Schule betreffen (UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004). Einstellung wurde dabei als ein mehrdimensionales System verstanden, dessen Ausprägungen in einer kognitiven, affektiven und verhaltensbezogenen Kategorie mittels Fragebogen überprüft wurden. Die von Upmeier zu Belzen & Christen (2004) hinsichtlich Schule und Biologieunterricht identifizierten Einstellungsausprägungen, zu denen sich die Schüler zuordnen lassen, sind:

- Lernfreude-Typ;
- Zielorientierter Leistungs-Typ;
- Gelangweilter Typ;
- Frustrierter Typ.

Die Aufschlüsselung der Schülersgesamtheit ist eine Möglichkeit, sinnvolle und statistisch abgesicherte Untereinheiten aus der Gesamtgruppe zu bilden und so ein differenzierteres Bild von den Auswirkungen der Intervention auf Schüler zu erhalten.

### **2.5.2. Lernfreude-Typ**

Schüler, die dem Lernfreude-Typ angehören, haben ein positives Verhältnis zu Schule und Biologieunterricht und sind grundsätzlich intrinsisch motiviert. Biologieunterricht und den biologischen Unterrichtsinhalten wird eine hohe Akzeptanz entgegengebracht. Starke Ablehnung zeigen die Schüler dieses Typs hingegen gegenüber ungerechtem Lehrerverhalten und einem Unterdrücken der Schülermeinungen durch den Lehrer. Den Mitschülern gegenüber wird ein sehr positives Verhalten befürwortet. Die Schüler des Lernfreude-Typs empfinden fast keinen Leistungsdruck. Sie verfügen über ein vergleichsweise hohes kognitives Selbstkonzept und haben ein hohes Selbstwertgefühl. Diesem Typ werden mehr Mädchen als Jungen zugerechnet (UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004).

---

### **2.5.3. Zielorientierter Leistungs-Typ**

Insgesamt ähnelt dieser Einstellungstyp dem Lernfreude-Typ, zeigt aber durchgängig weniger extreme Ausprägungen. Die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs haben eine tendenziell positive Lernbereitschaft und gehen gerne zur Schule. Sie messen der eigenen Leistung einen sehr hohen Stellenwert zu, so dass sie als leistungsorientiert gelten. Sie erwarten einen gut strukturierten Unterricht durch die Lehrperson. Diese Schüler verfügen über ein relativ hohes kognitives Selbstkonzept und empfinden kaum Leistungsdruck. Im Vergleich zu den anderen Einstellungsausprägungen beurteilen sie ungerechtes sowie unterrichtsbezogenes Lehrerverhalten wenig kritisch. Insgesamt gehörten bei den Untersuchungen von UPMEIER ZU BELZEN (2004) dem Zielorientierten Leistungs-Typ doppelt so viele Jungen wie Mädchen an.

### **2.5.4. Gelangweilter Typ**

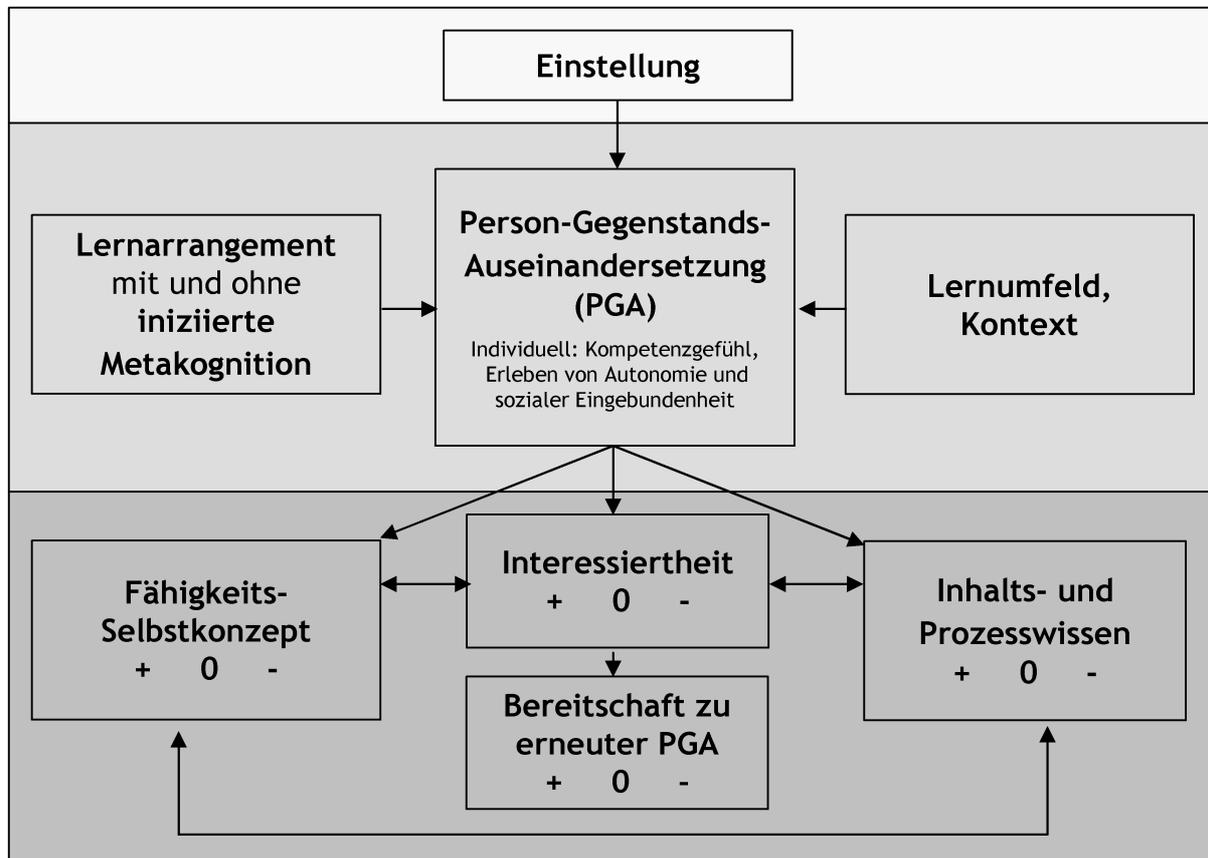
Schüler, die dem Gelangweilten Typ zugerechnet werden, haben nicht besonders viel Freude an Schule und Lernen. Sie sind tendenziell unterfordert, die Ausgestaltung des Biologieunterrichts wird als langweilig, zu einfach oder uninteressant empfunden. Schüler dieses Typs empfinden kaum Leistungsdruck. Ungerechtes Lehrerverhalten wird von dieser Gruppe stark abgelehnt, positives Verhalten gegenüber den Mitschülern wird befürwortet. Die Schüler dieses Typs haben ein hohes kognitives Selbstkonzept und ein hohes Selbstwertgefühl. Der Anteil von Mädchen und Jungen ist ausgewogen (UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004).

### **2.5.5. Frustrierter Typ**

Schüler des Frustrierten Typs unterscheiden sich in fast allen Merkmalen stark von den übrigen drei Typen. Sie zeigen eine negative Einstellung zu Schule allgemein und haben keinen Spaß am Biologieunterricht. Die methodisch-didaktische Ausgestaltung des Biologieunterrichts wird negativer als von den Schülern der anderen Einstellungsausprägungen bewertet. Das kognitive Selbstkonzept ist geringer ausgeprägt als bei den anderen Schülern und sie empfinden einen relativ hohen Leistungsdruck. Ungerechtes Lehrerverhalten wird von den Schülern dieses Typs stark abgelehnt, ein positives Verhalten gegenüber den Mitschülern ist in dieser Gruppe am wenigsten bedeutsam (UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004). In der hier vorliegenden Studie wies kein Schüler diese Einstellungsausprägung auf.

## 2.6. Rahmenkonzeption

Die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Rahmenkonzeption ist in Abbildung 1 in einem grafischen Überblick dargestellt.



**Abbildung 1:** Grafischer Überblick über die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Rahmenkonstruktion.

Zentraler Vorgang während des Lernens ist laut der Interessentheorie (KRAPP 1992a) die Person-Gegenstands-Auseinandersetzung (PGA). Schüler beschäftigen sich mit einem Thema, erfahren kognitiv und je nach Methodik auch sensitiv inhaltliche Zusammenhänge, und entwickeln positive oder negative Affektionen gegenüber Thematik und Methodik. Jeder Einzelne geht mit einer bestimmten Grundeinstellung an den Lernprozess heran. Diese kann zum Beispiel in den vier Einstellungstypen nach CHRISTEN ET AL. (2001) (Lernfreude-Typ, Gelangweilter Typ, Frustrierter Typ und Zielorientierter Leistungs-Typ) erfasst werden. Während der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung entwickelt jeder Lerner ein mehr oder weniger starkes Kompetenzgefühl, erlebt Autonomie und soziale Eingebundenheit in individuell ausgeprägtem Maße (DECI & RYAN 1993; DECI & MOLLER 2005). Alle diese Parameter können auch als fehlend

---

empfunden werden, wenn sich zum Beispiel jemand unsicher beim Lösen einer Aufgabe, zu stark gelenkt oder von den Mitschülern nicht integriert fühlt.

Die Person-Gegenstands-Auseinandersetzung als Teil des Lernprozesses wird entscheidend vom Lernumfeld und dem Kontext beeinflusst. So können zum Beispiel die beteiligten Schülergruppen, die Tageszeit, die Lehrperson oder ein außerschulischer Lernort im Gegensatz zum regulären Schulunterricht ein bestimmtes Thema für den Einzelnen in einen bestimmten Kontext stellen (REINMANN-ROTHMEIER & MANDL 2001). Wesentlichen Einfluss hat außerdem das konkrete Lernarrangement. Damit sind die Aufgabenstellung, geforderte Aktivitäten, Gruppengröße und die gesamte methodische Organisation des Lernens, zum Beispiel in Form eines Lernzirkels gemeint.

Für die vorliegende Arbeit war das Lernarrangement die „Stellschraube“, die als unabhängige Variable für das Experiment verändert wurde, um Effekte auf abhängige Variablen nachzuverfolgen. In verschiedenen Varianten eines Lernmoduls, das möglichst standardisiert ablief, wurde nur eine einzelne Änderung im Lernarrangement vorgenommen, nämlich die Initiierung von Metakognition während des Lernprozesses. Nach den bereits dargelegten Theorien von Metakognition und Lernen (FLAVELL 1984; WEINERT 1984) waren dadurch Effekte auf diverse Parameter zu erwarten. In der vorliegenden Arbeit wurden zum einen die Effekte auf das Selbstkonzept, konkret auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen untersucht. Dies kann sowohl positive, negative oder auch keine Veränderungen erfahren (BANDURA 1977; KRAPP & RYAN 2002). Außerdem sind Effekte auf die Interessiertheit und die damit verknüpfte Bereitschaft zu erneuter Person-Gegenstands-Auseinandersetzung zu erwarten (KRAPP 1992a; UPMEIER ZU BELZEN & VOGT 2001), wobei beide Parameter wieder positiv, negativ oder nicht messbar beeinflusst sein können. Schließlich wurde auch das Inhalts- und Prozesswissen überprüft, das als Indikator für langfristigen Lernerfolg ebenfalls einer positiven, negativen oder keiner messbaren Einflussnahme unterliegt (CHI 1984; FEND 1997). Zwischen Selbstkonzept, Interessiertheit sowie Inhalts- und Prozesswissen bestehen den Theorien nach unterschiedliche Wechselwirkungen (HELMKE 1992; KRAPP 1992a; FEND 1997; KRAPP 1997, 2000; VOGT 2000; KRAPP & RYAN 2002), die ebenfalls in der vorliegenden Studie untersucht werden.

## 2.7. Ziele und Hypothesen der Untersuchungen

### 2.7.1. Hauptstudie im Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig

Ansatzpunkt für die Untersuchung ist die Annahme, dass Metakognition Lernprozesse begleitet und unterstützt. Lernprozesse werden zu einem bestimmten Anteil durch motivationale Bedingungen bestimmt, deren Einfluss auf das Lernen auf zehn bis fünfzig Prozent geschätzt wird (HELMKE 1992). Die motivationalen Parameter sind ebenso wie der Lernprozess selbst von Lernumfeld, Personenvariablen des Lehrers sowie Personenvariablen des Lernalters wie z.B. bisherige Lernerfahrung abhängig. Leitfrage für die Hauptstudie ist in diesem Kontext: Zeigt die zielgerichtete Anregung der Metakognition Effekte auf die motivationalen Aspekte beim Erwerb von *Scientific Literacy*?

Die empirische Studie untersucht, ob regelmäßig während des Lernprozesses initiierte, metakognitive Phasen Einfluss haben auf das Fähigkeitsselbstkonzept von Schülern, ihre Interessiertheit an der Auseinandersetzung mit biologischen Themen unter Nutzung naturwissenschaftlicher Methoden sowie ihre Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung mit ihnen. Zusätzlich werden mögliche Auswirkungen auf den langfristigen Lernerfolg im Konzeptwissen und im Prozesswissen überprüft. Als theoretische Fundierung gelten dabei die bereits erläuterten, wissenschaftlichen Erkenntnisse über Metakognition (vgl. Kapitel 2.2). Folgende Hypothesen werden geprüft:

Begleitende metareflexive Phasen während eines Lernprozesses

- (1) fördern das Fähigkeitsselbstkonzept von Schülern hinsichtlich der eigenen Anwendung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen zur Erkenntnisgewinnung,
- (2) erhöhen die Interessiertheit an biologischen Themen unter Anwendung spezifischen naturwissenschaftlichen Arbeitens,
- (3) erhöhen die Bereitschaft zur erneuten Auseinandersetzung mit biologischen Themen unter Anwendung von Methoden naturwissenschaftlichen Arbeitens,
- (4) verbessern den langfristigen Lernerfolg.

### 2.7.2. Internationale Anbindung

Das Konzept der Wissenschaftspropädeutik, speziell der *Scientific Literacy*, ist besonders in den USA sowohl historisch als auch aktuell intensiv diskutiert worden und hat schon früh

---

prägnanten Einfluss auf die dortigen Bildungsreformen genommen. Einhergehend mit einer ausgeprägten Medienzentriertheit gelten amerikanische Bildungsprogramme auch deshalb vor allem im Bereich der informellen Bildung oftmals als Vorreiter für die europäischen Programme. Zudem haben die Museen in den USA strukturell eine andere Betonung der Museumspädagogik als in Deutschland. Während die deutschen Museen zum großen Teil staatlich unterstützt werden, sind die amerikanischen Museen meistens finanziell eigenständig, so dass die Gesamtbesucherzahl und die Teilnehmerzahl in den Bildungsprogrammen essentiell zur Finanzierung des gesamten Hauses beitragen. Ein Vergleich von Bildungsprogrammen und lernrelevanten Parametern im Kontext der vorliegenden Studie bietet sich daher besonders mit den USA an. Dabei wurden zwei Ansätze verfolgt, zum einen die Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum*, zum anderen eine direkte Vergleichsstudie zwischen Neuntklässlern aus den USA und aus Deutschland.

### **Vergleich motivationaler Parameter zweier Modellgruppen (USA – Deutschland)**

Im Kontext von PISA und TIMSS werden internationale Vergleiche von Schulleistungen zur Zeit politisch sowie im praxisnahen Umfeld diskutiert. Motivationale Unterschiede der Modellgruppen spielen eine elementare Rolle im Lernprozess und können Auswirkungen auf die Schulleistung haben. Möglicherweise sind diese motivationalen Parameter der Untersuchungsgruppen aus verschiedenen Ländern ebenso unterschiedlich wie ihr Leistungspotenzial. Ziel der Vergleichsstudie von zwei Modellgruppen von Neuntklässlern aus den USA und aus Deutschland ist das Eruiieren solcher strukturellen Unterschiede. Die größere Vertrautheit der amerikanischen Schüler mit der *Scientific Method* sollte zu einem höheren Fähigkeitsselbstkonzept führen, das auch mit einer stärkeren Interessiertheit einhergeht. Auch die Einstellung zu Schule und Biologieunterricht ist aufgrund der unterschiedlichen Schulsysteme wahrscheinlich unterschiedlich.

Die zugrunde liegenden Hypothesen sind daher:

- (1) Bei US-amerikanischen Schülern ist das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen stärker ausgeprägt als bei deutschen Schülern.
- (2) Die Interessiertheit an biologischen Themen unter Nutzung spezifischen naturwissenschaftlichen Arbeitens ist bei US-amerikanischen Schülern höher als bei deutschen Schülern.
- (3) Die Einstellung zu Schule und Biologieunterricht unterscheidet sich bei Schülern aus den USA und aus Deutschland.

### **Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum***

Die Evaluation zweier Lernmodule am *San Diego Natural History Museum* untersteht der Fragestellung, ob diese Modellbeispiele amerikanischer Schüler-Bildungsprogramme tatsächlich relevante Aspekte von *Scientific Literacy* vermitteln. Im Programm des Museums werden sowohl spaßorientierte Kurse angeboten, andere Kurse sind stärker wissenschaftlich ausgerichtet. Ziel der Untersuchung ist es herauszufinden, ob konzeptionell unterschiedlich akzentuierte Lernmodule unterschiedliche Effekte auf die Schüler haben. Trotz zu erwartender Effekte hinsichtlich lernrelevanter Parameter führt die relativ kurze Interventionsdauer wahrscheinlich dazu, dass keine grundlegende Einstellungsänderung stattfindet.

Die zugrunde liegenden Hypothesen sind deshalb:

- (1) Ein spaßorientiertes Lernmodul steigert die Interessiertheit an Thema und Methodik stärker als ein wissenschaftsorientiertes Lernmodul.
- (2) Ein wissenschaftsorientiertes Lernmodul erhöht das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen stärker als ein spaßorientiertes Lernmodul.
- (3) Die Einstellung zu Schule und Biologieunterricht verändert sich durch keines der beiden Lernmodule.

---

## 3. Forschungsdesign und Methodik

### 3.1. Orte der Untersuchungsdurchführung

#### 3.1.1. Hauptstudie

Zur Durchführung der Hauptstudie wurde das Zoologische Forschungsmuseum Alexander Koenig in Bonn gewählt, ein naturkundliches Forschungsmuseum als außerschulischer Lernort, der eine authentische Schnittstelle zwischen Forschung und Vermittlung darstellt. Zum einen ist dieses Museum ein der Universität Bonn angeschlossenes, zoologisches Forschungsinstitut. Zum anderen bietet ein Museum einen anschaulichen Zugang zu unterrichtsrelevanten Themen. Die „klassischen Vier“ unter den Aufgaben eines Museums sind Sammeln, Bewahren, Erforschen und Ausstellen von kultur- bzw. naturgeschichtlich wertvollen Gegenständen (HENSE 1990). Der Bildungsaspekt ist daher einem Museum inhärent. Als außerschulischer Lernort birgt es spezielle Möglichkeiten zur motivationalen Aktivierung von Schülern, bedingt durch die Abwechslung vom Schulalltag, eine hohe Mediendichte mit vielen, authentischen Ausstellungsstücken und auf Besucherinteressen zugeschnittenen Lern- und Unterhaltungsangeboten. Generell ist daher eine höhere Motivation als im gewohnten schulischen Umfeld zu erwarten. Bei einer empirischen Studie kann dies einerseits produktiv genutzt werden. Es wurde ein außerschulischer Lernort gewählt, weil sich für die Vermittlung von *Scientific Literacy* die Öffnung von Schule anbietet und in einem Forschungsmuseum ein authentischer Kontext für das eigene wissenschaftsorientierte Arbeiten der Schüler entsteht. Ein Foto vom Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig befindet sich im Anhang 11.1.1.

#### 3.1.2. Internationale Vergleichsstudie

Für die Studie zur internationalen Anbindung wurde eine dem deutschen Gymnasium vergleichbare High School ausgewählt. Die an der *San Diego High School* erhobenen Daten dienen dem internationalen Vergleich mit den in der deutschen Studie gewonnenen Daten. Ein Foto von der *San Diego High School* ist in Anhang 11.1.1. zu finden.

#### 3.1.3. Evaluation im *San Diego Natural History Museum*

Das *San Diego Natural History Museum* verfügt ebenso wie das Zoologische Forschungsmuseum Alexander Koenig über eine eigene, große Forschungsabteilung mit

mehreren Spezialgebieten (Herpetologie, Entomologie, Ornithologie, Botanik). Es vereint Forschung und Bildungsaspekte in gleicher Weise und ermöglicht daher eine gute Vergleichbarkeit. Das Besucherspektrum deckt neben Erwachsenen fast ausschließlich Schüler bis zum Ende des Grundschulalters ab. Ein Foto vom *San Diego Natural History Museum* befindet sich im Anhang 11.1.1.

---

## 3.2. Probanden

### 3.2.1. Hauptstudie

Als Zielgruppe wurden Schüler der neunten Jahrgangsstufe des Gymnasiums ausgewählt. Es wird davon ausgegangen, dass in dieser Alterstufe bereits Vorwissen vorhanden ist, das Anknüpfungsmöglichkeiten neuen Wissens an bereits Erlerntes bietet. Dennoch sind die Schüler noch nicht so weit in ihrer Schullaufbahn fortgeschritten, dass sie – wie bei Oberstufenschülern zu erwarten – bereits ein umfassendes Wissen zum Unterrichtsthema besitzen. Die Spannweite sowohl hinsichtlich möglichen Wissenszuwachses als auch hinsichtlich der motivationalen Parameter Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept und Einstellung ist in dieser Schulstufe erwartungsgemäß hoch, was bei den Untersuchungen differenzierte Ergebnisse erwarten lässt.

Neunzehn Klassen mit insgesamt 471 Schülern aus elf verschiedenen Gymnasien im Umkreis von Bonn nahmen an der Untersuchung teil. Die Probanden waren -- bis auf eine Ausnahme -- zwischen 14 und 16 Jahre alt. Für den Follow-Up-Test konnten 14 der Klassen nochmals befragt werden. 286 Probanden nahmen sowohl am Haupttest als auch am Follow-Up-Test teil, dies ist daher die Anzahl der auszuwertenden Fälle aus dem Follow-Up-Test.

### 3.2.2. Internationale Vergleichsstudie

An der *San Diego High School* wurden 157 Neuntklässler befragt, deren Antworten mit den 161 deutschen Probanden der Kontrollgruppe verglichen wurden. Die amerikanischen Probanden waren 14 bis 16 Jahre alt.

### 3.2.3. Evaluation im *San Diego Natural History Museum*

Im *San Diego Natural History Museum* wurden insgesamt 828 Probanden aus der dritten Jahrgangsstufe (acht bis neun Jahre) befragt, davon 446 im Lernmodul „*Autumn Harvest*“ und 382 im Lernmodul „*School in the Park*“. Alle Schüler waren acht bis neun Jahre alt.

### **3.3. Experimentelle Durchführung**

#### **3.3.1. Hauptstudie**

##### **Das Lernmodul**

Für die Untersuchung wurde ein Lernmodul entwickelt, das auf den Erwerb von naturwissenschaftlichem Prozesswissen beim Arbeiten an einem biologischen Thema zielt. Das entstandene Lernmodul ist ein Lernzirkel zum Thema „Gut zu Fuß – Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“. Es geht dabei um die Angepasstheit der Füße verschiedener Reptilien an ihre Lebensräume. Das Lernmodul umfasst insgesamt drei Phasen: Motivierung und Einführung, Lernzirkel und Präsentation. Die verwendeten Materialien wurden jeweils vor ihrem Einsatz einer ausführlichen formativen Evaluation unterzogen. Einführung und Präsentationsphase fanden im Klassenverband im Hörsaal, der Lernzirkel in Kleingruppen unter Nutzung der Ausstellungsräume des Museums statt. An insgesamt vier Lernstationen wurden einfache wissenschaftliche Zeichnungen angefertigt, lebende Tiere beobachtet sowie morphologische und ökologische Parameter von Reptilien und ihren Lebensräumen bestimmt. An jeder Station befand sich außerdem eine Informationstafel. Die Texte der für die Studie selbst erstellten Tafeln finden sich in Anhang 11.3.1. In einer fünften Station bündelte jede Gruppe die gesammelten Informationen, indem mit vorgegebenem Material das Modell eines Fußes gebaut und anschließend vor der Gruppe präsentiert wurde. In der Abschlussphase wurden die zu Anfang von den Schülern im Rahmen des Lernmoduls gebildeten Hypothesen verifiziert bzw. falsifiziert. Der typische Verlauf des wissenschaftlichen Erkenntnisweges wurde somit komplett nachvollzogen. Das Schülermaterial mit allen Aufgaben ist in Anhang 11.3.2. zu finden, Fotos von den Stationen im Lernzirkel finden sich in Anhang 11.1.2.

##### **Fachdidaktischer Film für die Motivierungsphase**

Bei der Durchführung der Lernmodule wurde sorgfältig auf eine standardisierte Abfolge und Ausgestaltung geachtet. Dies wurde durch ein einheitliches zeitliches Raster für die Absolvierung der einzelnen Lernstationen, durch gleiches Lernmaterial, gleiche Lehrpersonen und möglichst gleiche Wortwahl in den Plenumsphasen erreicht. Die beteiligten Lehrpersonen achteten darauf, dass eine freundliche Atmosphäre herrschte, allerdings wurden während der Interventionsphase Kontakte zwischen Schülern untereinander sowie von Schülern zu beteiligten Lehrpersonen möglichst vermieden. Ein zentrales Anliegen war es, besonders die

---

Motivierungsphase stark zu standardisieren, weil gerade hierdurch sonst eine unkontrollierte Einflussnahme stattfinden könnte. Dazu wurde ein fachdidaktischer Lehrfilm speziell für dieses Lernmodul erstellt. Der Film von ca. vier Minuten Dauer setzt bei alltäglich Bekanntem an, nämlich dem verschiedenen Schuhwerk, das von Menschen für unterschiedliche Funktionen benutzt wird. Mit zahlreichen Bildern von Tierfüßen, die an ihre jeweiligen Lebensräume funktionell angepasst sind (z.B. Kamel, Wasservogel, Erdmännchen, Schneeleopard etc.), wird der Bogen zur Zoologie und zur ökologischen Anpasstheit von Tieren an ihre Lebensräume geschlagen. Schließlich wird dieses Thema auf die Anpasstheit dreier Reptilienarten (Gecko, Chamäleon, Waran) zugespitzt. Eine kurze Erklärung der Aufgaben und ein konkreter Arbeitsauftrag für die Schüler bilden den Schluss. Eine CD mit dem Lehrfilm liegt dieser Arbeit bei.

### **Formative Evaluation**

Unter formativer Evaluation versteht man eine Evaluation, die sich auf die Verständlichkeit, die Gestaltung, die Motivationskraft und die Angemessenheit des Schwierigkeitsgrads bezieht. Dazu haben vier Schulklassen verschiedener Schulen im Umkreis von Bonn alle entwickelten Materialien getestet. Schrittweise konnten so die schriftlichen Materialien, der Fragebogen und der Film bis zur jeweils endgültigen Version verbessert werden. Der Film liegt der vorliegenden Arbeit als CD bei, das gesamte Schülermaterial ist im Anhang 11.3. enthalten.

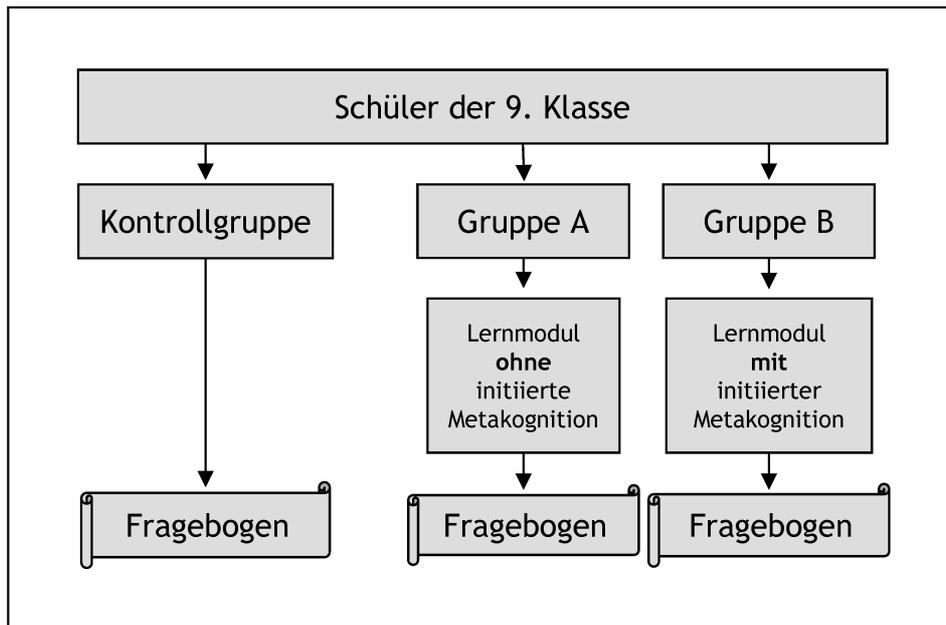
Kriterien, die von den Schülern zum Unterrichtsmaterial angemerkt wurden, betrafen zum einen das Design der Bögen. Zunächst waren spielerische Elemente wie gemusterte Rahmen enthalten, die nach der Kritik der Schüler als nicht altersangemessen entfernt wurden. Das Material erhielt dadurch eine sachlichere Gestaltung, was von den Neuntklässlern bevorzugt wurde. Weitere Kritik betraf die Eindeutigkeit von Bildunterschriften, einzelne wenig verständliche Wörter oder verschachtelte Sätze und den zum Teil als nicht ausreichend empfundenen Platz für eigene schriftliche Antworten. Der Fragebogen wurde von den Schülern ebenfalls vor allem auf Verständlichkeit der Formulierungen hin geprüft. Verbesserungsvorschläge betrafen Wortwahl und Nachvollziehbarkeit der Fragen. Die Wortwahl wurde weitgehend entsprechend den Schülervorschlägen angepasst. Allerdings konnten nicht alle Hinweise berücksichtigt werden, da die theoriebasierte Validierung des Fragebogens die Beibehaltung bestimmter Aspekte erforderte.

Der fachdidaktische Film stieß insgesamt bei den Schülern auch in seiner ersten Fassung auf Begeisterung. Zu dieser ersten Fassung wurde allerdings so häufig angemerkt, dass der Film in

seinen O-Tönen wohl eher auf ein jüngeres Publikum abgestimmt sei, dass dieser Kritikpunkt sehr ernst genommen wurde. Als Zielpublikum sollten Neuntklässler angesprochen werden, die aufgrund ihres Stadiums zwischen Kindheit und Erwachsenenalter offenbar sehr empfindlich auf „zu Kindliches“ reagieren. Da der Film als Hauptziel eine stark motivierende Wirkung anstrebt, wären Ablehnung provozierende Empfindungen kontraproduktiv. Der Film wurde daher komplett nachvertont und einer weiteren formativen Evaluation unterzogen. Vor allem wurde bei den O-Tönen darauf geachtet, dass statt eines erzählenden, spannungserzeugenden Tonfalls eine neutrale Erzählerposition eingenommen wurde, so dass eine Versachlichung der Inhalte erreicht wurde. Bei der Evaluation dieser zweiten Version durch weitere Neuntklässler, denen die erste Version unbekannt war, wurde der Aspekt der Alterstufenangemessenheit nicht mehr kritisch durch die Schüler angemerkt. So kann davon ausgegangen werden, dass dieser Kritikpunkt erfolgreich verbessert wurde.

### **Ablauf der Hauptstudie**

Durch Zufallsverteilung wurden die Schüler jeder Klasse direkt zu Beginn auf drei gleich große Gruppen verteilt: Eine Gruppe durchlief das Lernmodul wie oben beschrieben, der Lernzirkel einer anderen Gruppe enthielt zusätzlich regelmäßige, metakognitive Phasen von je ca. drei Minuten nach jeder der vier Lernstationen. Diese beiden Versuchsgruppen füllten zum Schluss den zur Erhebung der relevanten Daten dienenden Fragebogen aus. Die dritte Gruppe von Schülern wurde direkt zu Beginn von den anderen getrennt und bildete die Kontrollgruppe. Sie wurde als unbeeinflusste Gruppe sofort befragt und erhielt anschließend ein Sonderprogramm im Museum. Zunächst erarbeiteten die Schüler der Kontrollgruppe ein Quiz zum gleichen Thema, mit dem sich auch die Mitschüler beschäftigten, nämlich der Anpasstheit von Reptilien an ihren Lebensraum. Anschließend erhielten sie durch einen Museumsmitarbeiter eine Führung in die Käfersammlung oder in Tierhaus, in dem lebende Tiere gezüchtet werden. Auch für die Schüler der Kontrollgruppe wurde so der Museumsbesuch attraktiv gestaltet. Durch eine themengleiche Beschäftigung wurde außerdem sichergestellt, dass im regulären Schulunterricht auf die im Museum erarbeiteten Inhalte zurückgegriffen werden konnte. Das experimentelle Forschungsdesign ist in Abbildung 2 grafisch dargestellt. Pro Schulklasse dauerte ein Durchlauf des Projekts etwa zweieinhalb Stunden. Fotos von den Schülern während der Bearbeitung der Aufgaben im Lernzirkel befinden sich in Anhang 11.1.3.



**Abbildung 2:** Experimentelles Forschungsdesign der Hauptstudie.

### **Initiierte Metakognition**

Die Initiierung der Metakognition erfolgte mittels jeweils dreier zusätzlicher Aufgaben von insgesamt ca. drei Minuten Dauer an jeder Lernstation. Das Aufgabenformat enthielt in wechselnder Abfolge das Ankreuzen zutreffender Aussagen, freie Formulierungen, Fehlersuche in Aussagen oder die Anregung zum gruppenbasierten Austausch. Die Schüler wurden nach jeder Station durch kurze Fragen angeregt zu überlegen, welche Schritte sie bereits erledigt hatten und welche noch folgen werden (Prozesswissen). Außerdem zielte jeweils eine Frage auf eine kurze sachliche Wiederholung der Inhalte, eine dritte Frage bezog sich auf Affektionen. Das Aufgabendesign zur Initiierung der Metakognition beruht auf Annahmen zu metakognitiven Vorgängen, die in der theoretischen Konzeption von Metakognition begründet sind (Brown 1984; Flavell 1984). Das konkret verwendete Unterrichtsmaterial mit den metareflexiven Phasen ist in Anhang 11.3. zu finden.

### **Follow-Up-Test**

Nach sechs Monaten wurde ein Follow-Up-Test durchgeführt. Dazu wurden die gleichen Schulklassen in ihrer Schule besucht, die bereits an der Hauptstudie teilgenommen hatten. Sie füllten dort einen Fragebogen aus, der zum Teil dieselben Items wie zuvor, zum Teil neue Items beinhaltete. Der Fragebogen ist in Kapitel 3.4.3. beschrieben.

### **3.3.2. Internationale Vergleichsstudie**

Im Rahmen der internationalen Vergleichsstudie wurden in allen Klassen der neunten Jahrgangsstufe der *San Diego High School* dieselben Fragebögen ausgeteilt wie in der deutschen Vergleichsgruppe. Von den deutschen Probanden wurden dafür nur die Antworten aus der Kontrollgruppe der Hauptstudie verwendet, damit sowohl die deutschen als auch die amerikanischen Probanden unbeeinflusst und die Daten damit vergleichbar waren. Ein Foto von der Datenerhebung in der *San Diego High School* befindet sich in Anhang 11.1.6.

### **3.3.3. Evaluation im *San Diego Natural History Museum***

Für die vergleichende Evaluation der zwei Lernmodule im *San Diego Natural History Museum* wurden sowohl Unterrichtsbeobachtungen als auch eine Fragebogenerhebung durchgeführt. Dafür wurde pro stattfindendem Kurs nach dem Zufallsprinzip die Hälfte der Schüler vor bzw. nach dem Kurs befragt. Die Effekte des Kurses auf die Beantwortung des Fragebogens konnten so nachvollzogen werden. Es handelt sich dabei um zwei Kurse für Schulklassen der dritten und vierten Jahrgangsstufe, die im Kapitel 5.2.1. genau beschrieben sind. Ein Foto von der Datenerhebung im *San Diego Natural History Museum* ist im Anhang 11.1.6. zu finden.

---

## 3.4. Fragebogenentwicklung

### 3.4.1. Konstruktion des Fragebogens

Der für die empirischen Studien benutzte Fragebogen besteht aus verschiedenen Teilskalen, die die Einstellungsausprägung, die Interessiertheit und das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen betreffen. Alle Items sind in einer fünfstufigen Likert-Skala zu beantworten. Antwortmöglichkeiten zu jedem Item waren: stimmt genau, stimmt fast, weder noch, stimmt kaum, stimmt nicht. Mit Grafiken, die einen Daumen in aufrechter bis nach unten weisender Position darstellen, wurde die ordinale Reihenfolge dieser im Grunde nominalen Skala unterstützt. Die Skala zur Erfassung des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen wurde selbst entwickelt. Sie besteht aus insgesamt 17 Items, von denen für die Auswertung 14 verwendet wurden (Tabelle 1).

Die Eliminierung zweier Items (Items 16,17) war nötig, weil die Kontrollgruppe diese Items nicht sinnvoll mit Inhalten füllen konnte, ein weiteres Item (Item 13) wurde aufgrund der unzureichenden Itemschwierigkeit eliminiert. (Bei einer weiteren Verwendung des Fragebogens sollte Item 13 auf jeden Fall eliminiert werden, die Items 16 und 17 können je nach Einsatz beibehalten werden.) Die Items wurden in Anlehnung an bereits existierende Fragebögen konstruiert. Vorlagen waren Skalen zur allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartung (SCHWARZER & JERUSALEM 1999) und zur schulbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung (SCHWARZER & JERUSALEM 1999) sowie Fragecluster zum leistungsbezogenen Selbstvertrauen (HELMKE 1992). Die Itemformulierungen wurden ausgerichtet an den auch dort verwendeten Normen zur Formulierung von Items zur Bestimmung der Selbstwirksamkeitserwartung (SCHWARZER & JERUSALEM 1999; SCHÖNE et al. 2003). So werden in allen Items subjektive Kompetenzüberzeugungen abgefragt, die auch gegen Widerstände aufrechterhalten bleiben. Dies führt zu einer Formulierung nach dem Muster „Ich traue mir zu...auch wenn...“. Inhaltlich wurden Aspekte des leistungsbezogenen Selbstvertrauens mit einbezogen. Dies betrifft das Selbstkonzept der eigenen Fähigkeiten, die Einschätzung der eigenen Leistungsdisposition in der Schulklasse (interindividuell), prospektive Aspekte der leistungsbezogenen Komponenten und die perzipierte Einfachheit bzw. Schwierigkeit von Aufgaben (HELMKE 1992). Da bisher noch keine Skala zum Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen existierte, wurde unter Berufung auf die Literatur zu diesem Thema die Relevanz der einzelnen Items validiert (Kapitel 3.4.2.). Der Originalfragebogen ist in Anhang 11.2.1. zu finden.

**Tabelle 1:** Items des im Museum Koenig eingesetzten Fragebogens (Hauptstudie) zur Erfassung des Parameters „Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.

<b>Item 1</b>	Wenn wir im Unterricht demnächst selbst Experimente machen, bin ich mir sicher, dass ich sehr schnell weiß, was gemacht werden muss.
<b>Item 2</b>	Ich glaube, auch wenn demnächst bei einer Gruppenarbeit mal eine knifflige Situation eintritt, hätte ich immer mehrere Ideen, wie es weitergehen kann.
<b>Item 3</b>	Wenn wir in Zukunft selbständig ein Tier wissenschaftlich untersuchen sollten, wüsste ich nicht, wie ich mir bei Schwierigkeiten helfen könnte.
<b>Item 4</b>	Wenn ich demnächst im Biounterricht die Ergebnisse einer Gruppenarbeit präsentieren soll, wird mir das sicher gut gelingen.
<b>Item 5</b>	Auch wenn ein neuer Biolehrer an meinen Fähigkeiten zweifeln sollte, bin ich mir trotzdem sicher, dass ich eigentlich gute Leistungen erzielen kann.
<b>Item 6</b>	Welche Arbeitsschritte aufeinander folgen, um vom Formulieren wissenschaftlicher Fragen bis hin zur Präsentation fertiger Ergebnisse zu gelangen, könnte ich sicher gut erklären.
<b>Item 7</b>	Wenn ich demnächst im Biounterricht selbständig Informationen zu einem Thema systematisch ordnen soll, werde ich dies sicher gut können.
<b>Item 8</b>	Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.
<b>Item 9</b>	Ich traue mir zu, zu einem biologischen Thema interessante Fragen zu finden, die man durch ein Experiment oder durch Sammeln von Informationen wissenschaftlich beantworten kann.
<b>Item 10</b>	Ich traue mir zu, Experimente im Biounterricht mit meinen eigenen Ideen sinnvoll planen zu können.
<b>Item 11</b>	Wenn wir in Bio demnächst Wasserproben untersuchen, traue ich mir nicht zu, die Arbeitsmethoden schnell zu beherrschen.
<b>Item 12</b>	Ich traue mir zu, demnächst im Biounterricht die Ergebnisse einer Gruppenarbeit gut vor der Klasse zu präsentieren.
<b>Item 13</b>	Wenn ich demnächst im Biounterricht selbständig Informationen zu einem Thema sammeln soll, wird mir das sicher gut gelingen.
<b>Item 14</b>	Ich schätze mich selbst so ein, dass ich im Vergleich zu meinen Klassenkameraden besonders gute Ideen zur Planung eines Experiments beisteuern kann.
<b>Item 15</b>	„Spinnen können senkrecht an Wänden krabbeln. Untersuche wissenschaftlich, wie diese Tiere an ihren Lebensraum angepasst sind und präsentiere deine Ergebnisse!“ – Nachdem ich diese Aufgabe gelesen hatte, wusste ich sofort, welchen Arbeitsschritt ich als erstes machen würde.
<b>Item 16</b>	Ich hatte bei den Aufgaben heute das Gefühl, dass ich selbständig arbeiten konnte.
<b>Item 17</b>	In einer Woche werde ich nicht mehr erklären können, wie wir die Aufgaben heute im Museum gelöst haben.

Die vier interesserelevanten Items wurden in Anlehnung an einen bereits existierenden Fragebogen (VOGT et al. 1999) inhaltlich an das Lernmodul angepasst. Dabei beziehen sich zwei Items auf die Interessiertheit des Probanden an Thematik und Methodik (Items 18, 19) und zwei Items auf die Interessantheit von Thematik und Methodik für den Probanden (Items 20, 21) (Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Items des im Museum Koenig eingesetzten Fragebogens (Hauptstudie) zur Erfassung des Parameters „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.

<b>Item 18</b>	Ich möchte sehr gerne noch mehr über das Thema „Angepasstheit von Tieren an ihre Lebensräume“ erfahren.
<b>Item 19</b>	Ich habe sehr große Lust dazu, typische Methoden wissenschaftlichen Arbeitens zu erlernen.
<b>Item 20</b>	Das heutige Thema „Gut zu Fuß – Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“ finde ich sehr interessant.
<b>Item 21</b>	Dass wir heute einen Einblick in wissenschaftliche Arbeitsmethoden bekommen, finde ich sehr interessant.

Der Fragebogen zur Erfassung des Einstellungstyps mit 14 Items wurde von UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN (2004) übernommen. Die verwendeten Items sind in Tabelle 3 zu finden.

**Tabelle 3:** Items des im Museum Koenig eingesetzten Fragebogens (Hauptstudie) zur Erfassung des Parameters „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.

<b>Item 22</b>	Mir ist es wichtig, dass ich mich mit meinen Mitschülern vertrage.
<b>Item 23</b>	Ich wünsche mir, die Schulzeit wäre zu Ende.
<b>Item 24</b>	Ich wünsche mir, dass die Schule abgeschafft wird.
<b>Item 25</b>	Mir gefällt es, wenn sich gute Schülerinnen und Schüler um solche kümmern, die nicht so gut mitkommen.
<b>Item 26</b>	Schule ist für mich das Letzte.
<b>Item 27</b>	Der Biologieunterricht macht mir Spaß.
<b>Item 28</b>	Der Gedanke an Zensuren belastet mich beim Lernen.
<b>Item 29</b>	Ich finde den Biologieunterricht interessant.
<b>Item 30</b>	Ich fühle mich von unserer Biologielehrerin / unserem Biologielehrer ungerecht beurteilt.
<b>Item 31</b>	Mir gefällt es nicht, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer im Unterricht die Meinung der Schülerinnen und Schüler abweist.
<b>Item 32</b>	Mich stört es, wenn die Biologielehrerin / der Biologielehrer nur ihre/seine Meinung gelten lässt.
<b>Item 33</b>	Ich finde es schrecklich, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer uns herumkommandiert.
<b>Item 34</b>	Bei Prüfungen bekomme ich fast kein vernünftiges Wort heraus.
<b>Item 35</b>	Mir gefällt es, wenn ich bei unserer Biologielehrerin / unserem Biologielehrer viel lerne.

### 3.4.2. Statistische Absicherung des Fragebogens „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“

#### Validierung

Die Aufnahme bestimmter Aspekte wissenschaftspropädeutischer Fähigkeiten in den Itemkatalog stützt sich auf die theoretisch konzeptionelle Literatur zum Thema *Scientific Literacy*, in der die ausgewählten Aspekte übereinstimmend als relevant beurteilt werden (AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS) 1993; HUBER 1994; BYBEE 1997; LAUGKSCH 2000; BAUMERT et al. 2001a; DUIT et al. 2001; DUBS 2002; GILBERT & RICHTER 2004; MAYER 2004) sowie auf die bereits existierenden Bildungsstandards im Fach Biologie (KULTUSMINISTERKONFERENZ 2005).

So beziehen sich mehrere Items auf wissenschaftsorientiertes Prozesswissen, genauer gesagt auf das Zutrauen beim Experimentieren und Untersuchen (Items 1, 3, 8, 9, 10, 11, 14). Dieses Prozesswissen kann sowohl im Klassenverband als auch selbständig, und sowohl allgemein als auch an sehr konkreten Beispielen zum Tragen kommen, was in den einzelnen Items berücksichtigt wird. Zum einen wird dabei die Planung (Items 10, 14), zum anderen auch die Durchführung (Items 1, 3, 11) berücksichtigt. Das Stellen von wissenschaftlich beantwortbaren Fragen (Item 9) und das Ordnen von Informationen als Teil des Recherchierens (Item 7) sind ebenso Teil der zur naturwissenschaftlichen Grundbildung gehörenden Kompetenzen. Mehrere Items (Items 6, 8, 15) beinhalten zudem wissenschaftsorientiertes Konzeptwissen, das auch im Lernmodul vermittelt werden sollte. Dabei bezieht sich Item 6 auf das Erläutern des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges, Item 8 auf das Bauen eines Funktionsmodells und Item 15 auf eine komplexe wissenschaftsorientierte Aufgabenstellung, die ebenso wie Item 6 Prozesswissen voraussetzt. Das Arbeiten in der Gruppe (Item 2) und die Präsentationsfähigkeit (Items 4, 12) werden ebenfalls als über das Konzeptwissen hinausgehende Kernkompetenzen beim wissenschaftsorientierten Arbeiten gesehen.

Ein häufiger Widerstand, dem sich Schüler gegenüber sehen, ist die zum Teil als unzutreffend empfundene Beurteilung durch den Lehrer. Dieser typische Widerstand wurde in Item 5 berücksichtigt. In Item 14 ist außerdem die eigene Leistungsdisposition in der Schulklasse enthalten. Diese beiden Aspekte wurden mit Bezug auf die empfohlene Itemkonstruktion zur Bestimmung des Selbstkonzepts berücksichtigt (SCHWARZER & JERUSALEM 1999).

Die Items sind bewusst so formuliert, dass sie nicht nur auf die konkrete Situation im Lernmodul bezogen, sondern auch auf die Unterrichtssituation in der Schule und vor allem auf andere

---

Themen transferiert werden können. Diese Transferleistung ist eines der höchst erwünschten Lernziele beim wissenschaftsorientierten Arbeiten (MAYER 2004; KULTUSMINISTERKONFERENZ 2005). Die Schüler sollen flexibles Wissen erwerben, das auf andere Kontexte angewendet werden kann. Items, die speziell den Transfer von Themen und Methoden erfordern, sind die Items 1, 2, 8, 9, 10, 14, 15.

### **Rohwertverteilung**

Zur Rohwertverteilung gehört die Analyse auf Normalverteilung sowie die Verteilung von Mittelwerten, Minimal- und Maximalwerten (SOKAL & ROHLFS 1995). Alle Items des Fragebogens sind nicht normalverteilt (Kolmogorov-Smirnov-Test). Als Konsequenz daraus dürfen für die Statistik nur nichtparametrische Tests angewendet werden. Die Mittelwerte sind entsprechend leicht zu den höheren Punktwerten verschoben, was auf eine generelle, leichte Selbstüberschätzung zurückzuführen ist (RENKL et al. 1997). In jedem Item werden gleichmäßige Anzahlen von Minimal- und Maximalwerten erzielt, da die fünfstufige Antwortskala mit Werten zwischen 0 und 4 nur eine eingeschränkte Streuung zulässt. Die Itemkennwerte sind in Tabelle 4 zu finden.

### **Itemschwierigkeit**

Die Itemschwierigkeit wird durch einen Index gekennzeichnet, der dem Anteil derjenigen Personen entspricht, die das Item richtig lösen oder bejahen (BORTZ & DÖRING 1995). Mit Hilfe dieses Schwierigkeitsindexes ist es möglich zu bestimmen, ob das Item zu einfach bzw. zu schwierig zu beantworten ist. Wenn weniger als 20 % oder mehr als 80 % der Probanden das Item richtig beantworten bzw. bei einer mehrstufigen Skala alle Punkte erreichen, ist das Item unbrauchbar. Der Itemschwierigkeitsindex  $p_m$  sollte zwischen 0,2 und 0,8 liegen (ZÖFEL 2003) und wird errechnet durch die folgende Formel:

$$p_m = \frac{\text{Erreichte Wertepunkte}}{\text{Erreichbare Wertepunkte}}$$

Alle Kennwerte für die Testitems finden sich in Tabelle 4. Die Itemschwierigkeit von Item 13 ist mit 0,86 unzureichend, es wird daher aus den Analysen ausgeschlossen.

## Trennschärfe

Die Trennschärfe eines Items ist der Korrelationskoeffizient zwischen den Antworten jedes Probanden auf dieses eine Item und ihrer Werte bzgl. der gesamten Skala. Dem Trennschärfekoeffizienten  $r_{it}$  ist zu entnehmen, wie deutlich das Item Probanden mit unterschiedlichem Antwortverhalten trennt. Die Trennschärfe eines Items gibt an, wie gut das gesamte Testergebnis aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Items vorhersagbar ist (BORTZ & DÖRING 1995), sie sollte größer als 0,3 sein. Mit der Software SPSS lässt sich der Trennschärfekoeffizient gleichzeitig mit der Reliabilitätsanalyse errechnen und ist als „Korrigierte Item-Skala-Relation“ angegeben. Alle Kennwerte für die Testitems finden sich in Tabelle 4.

**Tabelle 4:** Itemkennwerte im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.

Item	Normalverteilung	Mittelwert	Itemschwierigkeitsindex $p_m$	Trennschärfekoeffizient $r_{it}$
1	nein	2,92	0,73	0,43
2	nein	2,73	0,68	0,49
3	nein	3,06	0,76	0,42
4	nein	3,02	0,76	0,43
5	nein	3,14	0,79	0,32
6	nein	2,58	0,65	0,41
7	nein	3,16	0,78	0,40
8	nein	2,63	0,66	0,38
9	nein	2,71	0,68	0,38
10	nein	2,62	0,66	0,47
11	nein	3,10	0,77	0,40
12	nein	3,04	0,76	0,36
13	nein	3,43	0,86	-
14	nein	2,18	0,54	0,49
15	nein	2,86	0,71	0,51
16	nein	3,38	0,54	0,33
17	nein	2,75	0,48	0,41

---

## Faktorenanalyse

Anhand von Korrelationsvergleichen in den Antworten auf die verschiedenen Items werden bei der Faktorenanalyse ähnlich variierende Items zusammen gruppiert. Die Faktorenanalyse ergab, dass insgesamt neun der 14 Items im Sinne einer Datenreduktion zu drei einzelnen Faktoren (mit Ladung  $> 1$ ) innerhalb des Fragebogens zusammengefasst werden können. Der erste Faktor, der insgesamt ca. 27,9 % der Varianz aufdeckt, besteht aus fünf Items, die man unter der Überschrift „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ zusammenfassen kann. Dieser erste Faktor hat mit den fünf Items, bei denen maximal ein Score von vier erzielt werden konnte, einen maximalen Summenscore von zwanzig. Er beinhaltet die in Tabelle 5 aufgeführten Items:

**Tabelle 5:** Items im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“, die zum in der Faktorenanalyse definierten Faktor 1 „Wissenschaftsorientiertes Arbeiten allgemein“ gehören.

---

<b>Item 1</b>	Wenn wir im Unterricht demnächst selbst Experimente machen, bin ich mir sicher, dass ich sehr schnell weiß, was gemacht werden muss.
<b>Item 8</b>	Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.
<b>Item 9</b>	Ich traue mir zu, zu einem biologischen Thema interessante Fragen zu finden, die man durch ein Experiment oder durch Sammeln von Informationen wissenschaftlich beantworten kann.
<b>Item 10</b>	Ich traue mir zu, Experimente im Biunterricht mit meinen eigenen Ideen sinnvoll planen zu können.
<b>Item 14</b>	Ich schätze mich selbst so ein, dass ich im Vergleich zu meinen Klassenkameraden besonders gute Ideen zur Planung eines Experiments beisteuern kann.

---

Der zweite Faktor besteht aus zwei Items, die sich unter der Überschrift „Präsentation von Ergebnissen“ zusammenfassen lassen. Dieser zweite Faktor hat mit den zwei Items, bei denen maximal ein Score von vier erzielt werden konnte, einen maximalen Summenscore von acht. Er deckt insgesamt ca. 9,9 % der Varianz auf und beinhaltet die in Tabelle 6 aufgeführten Items:

**Tabelle 6:** Items im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“, die zum in der Faktorenanalyse definierten Faktor 2 „Präsentation von Ergebnissen“ gehören.

---

<b>Item 4</b>	Wenn ich demnächst im Biunterricht die Ergebnisse einer Gruppenarbeit präsentieren soll, wird mir das sicher gut gelingen.
<b>Item 12</b>	Ich traue mir zu, demnächst im Biunterricht die Ergebnisse einer Gruppenarbeit gut vor der Klasse zu präsentieren.

---

Der dritte Faktor besteht aus zwei Items, die sich unter der Überschrift „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“ zusammenfassen lassen. Dieser dritte Faktor hat mit den zwei Items, bei denen maximal ein Score von vier erzielt werden konnte, einen maximalen Summenscore von acht. Er deckt insgesamt 8,9 % der Varianz auf und enthält die in Tabelle 7 aufgeführten Items:

**Tabelle 7:** Items im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“, die zum in der Faktorenanalyse definierten Faktor 3 „Wissenschaftsorientiertes Arbeiten konkret“ gehören.

<b>Item 3</b>	Wenn wir in Zukunft selbständig ein Tier wissenschaftlich untersuchen sollten, wüsste ich nicht, wie ich mir bei Schwierigkeiten helfen könnte.
<b>Item 11</b>	Wenn wir in Bio demnächst Wasserproben untersuchen, traue ich mir nicht zu, die Arbeitsmethoden schnell zu beherrschen.

Die drei Faktoren bilden klare Untergruppen für die Items und ermöglichen zusätzlich zu den anderen Verfahren der statistischen Absicherung die sinnvolle Auswahl der Items. Weitere Items wurden dennoch für relevant befunden, auch wenn sie sich nicht eindeutig einem der Faktoren zuordnen lassen. Sie werden daher nur bei der Analyse der Einzelitems berücksichtigt. Alle Berechnungen, die das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen als Summenscore beinhalten, berücksichtigen für die Bildung des Summenscores nur die oben genannten neun Items, die sich eindeutig einem der drei Hauptfaktoren zuordnen lassen.

### Reliabilitätsanalyse

Die Reliabilitätsanalyse überprüft, inwieweit die Zusammenfassung einer Anzahl manifester Merkmale dazu geeignet ist, das latente Merkmal reliabel (zuverlässig) abzubilden (BORTZ & DÖRING 1995). Dazu wird üblicherweise der Reliabilitätskoeffizient *Cronbachs Alpha* ( $\alpha$ ) angegeben, der sich aus den Itemstreuungen und der Streuung des Gesamtpunktwerts berechnet (ZÖFEL 2003). Hohe Itemstreuungen wirken zu Lasten und eine hohe Gesamtpunktwertstreuung zu Gunsten des Reliabilitätskoeffizienten (ZÖFEL 2003). *Cronbachs Alpha* sollte größer als 0,6 sein, sehr gute Werte liegen bei einem Reliabilitätskoeffizienten von  $\alpha > 0,8$ . Der entwickelte Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ beinhaltet nach der notwendigen Eliminierung von Item 16 und 17 (für Kontrollgruppe ungeeignet) sowie Item 13 (Ausschlusskriterium Itemschwierigkeit) insgesamt neun Items, die nach der Faktorenanalyse eindeutig den drei Hauptkomponenten zugeordnet werden können. Für die Berechnung der Summenscores zum Fähigkeitsselbstkonzept werden nur diese neun Items berücksichtigt, daher wird für diesen Teil des Fragebogens ein eigener Reliabilitätskoeffizient berechnet. Auch für die

drei Hauptfaktoren, die durch die Faktorenanalyse bestimmt wurden, lässt sich ein Reliabilitätskoeffizient ermitteln (Tabelle 8).

**Tabelle 8:** Reliabilitätskoeffizienten für die Gesamtskala und die Unterskalen im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.

	<b>Reliabilitätskoeffizient Cronbachs <math>\alpha</math></b>
Gesamtskala	0,81
Skala aus 9 Items der Hauptfaktoren	0,71
Faktor 1 „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“	0,65
Faktor 2 „Präsentation von Ergebnissen“	0,70
Faktor 3 „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“	0,53

### 3.4.3. Fragebogen für den Follow-Up-Test

Der Fragebogen für den Follow-Up-Test enthielt die gleichen Items wie der ursprüngliche Fragebogen. Zusätzlich wurden vier Fragen zum Parameter „Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung“ und drei Items zum langfristigen Lernerfolg eingefügt. Die Items zur Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung beruhen auf den theoretischen Grundlagen der Interessentheorie (KRAPP 1992a). Die Items decken sowohl methodische als auch thematische Aspekte ab und sind in Tabelle 9 aufgeführt:

**Tabelle 9:** Items im Follow-Up-Test zur Erfassung des Parameters „Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung“

<b>Item 36</b>	Ich hätte überhaupt keine Lust noch einmal ins Museum Koenig zu fahren.
<b>Item 37</b>	Ich fände es interessant, wenn ein Wissenschaftler des Museums uns einmal seine Arbeitsmethoden erklären würde.
<b>Item 38</b>	Ich hätte große Lust noch mehr über Reptilien und ihre Angepasstheit an Lebensräume zu erfahren.
<b>Item 39</b>	Ich fände es sehr interessant, wenn einer der Reptilienforscher des Museums uns einmal zu seiner täglichen Arbeit mitnehmen würde.

Die Aufgaben für die Erfassung des langfristigen Lernerfolgs wurden so formuliert, dass sie die Erfassung von Konzeptwissen und Prozesswissen auf mehreren Ebenen zulassen. Für die Bewertung der frei formulierten Antworten war ein standardisiertes Verfahren notwendig. Daher wurde für jede Aufgabe ein spezieller Punkteschlüssel entwickelt. Bei jeder Aufgabe konnten

maximal fünf Punkte erreicht werden. Der Punkteschlüssel beinhaltet jeweils die Punktstufen 1, 2, 3, und 5, so dass diejenigen Schüler, die eine wirklich hervorragende Leistung erbrachten, eine deutlich abgesetzt höhere Punktzahl erhielten. Aufgaben und Punkteschlüssel sind der Tabelle 10 zu entnehmen.

**Tabelle 10:** Items im Follow-Up-Tests zur Erfassung des Parameters „Inhalts- und Prozesswissen“ sowie der jeweils zugehörige Punkteschlüssel.

---

**1. Was meinst du, welche typischen Arbeitsschritte ein Wissenschaftler normalerweise durchläuft, wenn er an einem Thema forscht? Notiere in Stichworten!**

<b>0 Punkte</b>	keine Antwort
<b>1 Punkt</b>	diffuse Arbeitsbeschreibung
<b>2 Punkte</b>	Nennung von bis zu drei konkreten Methoden
<b>3 Punkte</b>	Nennung von mehr als drei Methoden
<b>5 Punkte</b>	Erwähnung von Forschungsfrage und Hypothesenbildung und Nennung von mehr als drei Methoden

---

**2. Nenne mir allgemeine Aspekte, nach denen man Reptilienfüße unterscheiden könnte!**

<b>0 Punkte</b>	keine Antwort oder nur 1 Aspekt
<b>1 Punkt</b>	Merkmale der Form
<b>2 Punkte</b>	Merkmale von Form und Funktion
<b>3 Punkte</b>	Merkmale von Form und Funktion ausführlich
<b>5 Punkte</b>	Merkmale von Form und Funktion sowie Bezug zu Lebensraum, Nutzung der Eigenschaften

---

**3. Wenn du die Füße verschiedener Reptilien genau untersuchen solltest, wie würdest du vorgehen?**

<b>0 Punkte</b>	keine Antwort oder „beobachten“, „untersuchen“
<b>1 Punkt</b>	eine Methode
<b>2 Punkte</b>	mehrere Methoden konkret
<b>3 Punkte</b>	mehrere Methoden mit Bezug zu Form und Funktion
<b>5 Punkte</b>	Ablauffolge mehrerer Methoden mit Bezug zu Form und Funktion

---

#### **3.4.4. Anpassung des Fragebogens für die Studien in den USA**

Um die Fragebögen mit den einzelnen Unterskalen in den USA verwenden zu können, war eine Anpassung in mehrfacher Hinsicht notwendig. Das exakte Verständnis und die Eigenschaft des Fragebogens, selbsterklärend zu sein, wurden nach und nach verbessert. Sehr wertvoll war die

---

Zusammenarbeit mit muttersprachlichen Kollegen aus der Pädagogischen Abteilung des *San Diego Natural History Museum*. Zur Vorbereitung waren die Items des Fragebogens bereits professionell übersetzt worden, doch zeigten hinsichtlich der Idiome und Assoziationen im Amerikanischen so viele Besonderheiten, dass viele Änderungen vor Ort nötig waren. Dies betraf zum Beispiel den Ausdruck „*to be keen to*“, der starkes Interesse ausdrücken sollte. Diese Vokabel wird aber als veraltet empfunden und wurde daher durch „*to be very interested*“ ersetzt. In einem Item war „abschaffen“ zunächst mit „*to abolish*“ übersetzt worden, was aber offenbar eine sehr starke Assoziation zu „*to abolish apartheid*“ hervorruft. Stattdessen wurde daher der Ausdruck „*to be done away with*“ verwendet.

Die Vokabelauswahl für bestimmte, essentielle Wortfelder wurde sorgfältig vorgenommen. Dies betraf zum Beispiel die Übersetzung von „Ich kann sicher gut“ im Vergleich zu „Ich bin mir sicher, dass ich ...kann“. Während im ersten Fall „sicher“ („*probably*“) als eher einschränkendes Attribut verwendet wird, ist davon der zweite Fall als uneingeschränkte Fähigkeitsüberzeugung abzugrenzen („*I am sure that I can*“). Weitere Wortfelder waren: Ausdrücke für Gelingen, Fähigkeit und Können („*to be capable*“, „*to be able*“, „*to be good at sth.*“, „*can*“); Ausdrücke für das Futur („*will*“, „*going to*“, „*soon*“, „*when we are doing sth.*“); Ausdrücke für das Selbstvertrauen in Gelingen und Leistung („*I think I am capable*“, „*I am sure I will do well*“); Ausdrücke für das Bestehen eines Hindernisses („*still*“, „*even*“, „*if*“, „*when*“); Bezeichnungen spezieller wissenschaftsbezogener und schulbezogener Gegenstände („*the Scientific Method*“ ist im Gegensatz zur deutschen Sprache auch Schülern als Schlagwort mit Wiedererkennungswert bekannt; es existiert kein eindeutiges amerikanisches Wort für dt. „Arbeitsschritte“; mündliche Prüfungen sind weitgehend unbekannt, daher als „*oral presentation*“ („Vortrag“) übersetzt.) Einige Wörter sind im Amerikanischen schlicht unverständlich, obwohl sie im Britischen richtig sind, z.B. dt. „Geschwister“: B.E. „*siblings*“ – A.E. „*brothers and sisters*“; dt. „Noten“: B.E. „*marks*“ – A.E. „*grades*“.

Die Items zur Erfassung der Einstellung zu Schule und Biologieunterricht beruhen sowohl für die internationale Vergleichsstudie in der *San Diego High School* als auch für die Evaluation der Lernmodule im *San Diego Natural History Museum* auf dem jeweils altersentsprechenden deutschen Fragebogen (CHRISTEN et al. 2001; UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004). Sie wurden daher sorgfältig übersetzt aber so wenig wie möglich abgeändert. Dies betrifft ebenso alle übrigen Items für die internationale Vergleichsstudie mit Neuntklässlern, da für diese Altersgruppe bereits auch die (für die vorliegende Arbeit entwickelten) Skalen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ und „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ vorlagen. Die Items des Fragebogens, der für die internationale Vergleichsstudie an

der *San Diego High School* verwendet wurde, sind – aufgliedert nach den Unterskalen – in den Tabellen 11 bis 13 aufgeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Itemnummerierung mit derjenigen des Fragebogens für die Hauptstudie im Museum Koenig übereinstimmt. Der englische Originalfragebogen ist im Anhang 11.2.3. zu finden.

**Tabelle 11:** Items des an der *San Diego High School* eingesetzten Fragebogens (internationale Vergleichsstudie) zur Erfassung des Parameters „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.

<b>Item 1</b>	If we are going to do experiments in class by ourselves, I'm sure I will immediately know what to do.
<b>Item 2</b>	Even if we got into a tricky situation during group work, I will always have several ideas how we can proceed.
<b>Item 3</b>	If I had to examine an animal in a scientific way by myself, I would not know what to do if difficulties occurred. TRUE?
<b>Item 4</b>	If I had to present the results of some group work in my science class, I'll probably do very well.
<b>Item 5</b>	Even if a new science teacher doubted my skills, I am sure that I can actually perform well.
<b>Item 6</b>	I could probably explain well the <i>scientific method</i> from formulating scientific questions to the presentation of finished results.
<b>Item 7</b>	I'll probably be good at systematically organizing information on a certain topic on my own in my science class.
<b>Item 8</b>	Even if I had to work on my own, I could build and explain a model of the human hand well.
<b>Item 9</b>	I think I am capable of finding interesting questions about a biological topic, which can be answered scientifically by an experiment or by collecting information.
<b>Item 10</b>	I think I am capable of planning an experiment based on my own ideas in science class.
<b>Item 11</b>	If we examine samples of water in science class, I do not think I am capable of quickly mastering the skills for the experiment. TRUE?
<b>Item 12</b>	I think I'll be capable of presenting the results of group work in front of the science class well.
<b>Item 13</b>	I think that in comparison to my classmates I can contribute very good ideas to the planning of an experiment.
<b>Item 14</b>	"Spiders are able to climb walls vertically. Investigate scientifically, how these animals are adapted to their environment and present your results!" – After I read this task I knew immediately which step I would take first.
<b>Item 15</b>	I think it would be very interesting if a <i>Natural History Museum</i> scientist explained his work and methods to us.
<b>Item 16</b>	I am very interested to know more about reptiles and their adaptations to their environment.
<b>Item 17</b>	I think it would be very interesting, if a scientist who studies reptiles at the <i>Natural History Museum</i> took us with him to work.

**Tabelle 12:** Items des an der *San Diego High School* eingesetzten Fragebogens (internationale Vergleichsstudie) zur Erfassung des Parameters „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.

<b>Item 18</b>	I'd like to know more about the topic "animal adaptations to the environment" very much.
<b>Item 19</b>	I'd like to learn how to use some typical methods of scientific work.
<b>Item 20</b>	The topic "Fancy Footwork: the scientific investigation of geckos, chameleons and other reptiles" is very interesting.
<b>Item 21</b>	Gaining an insight into scientific working methods is very interesting.

**Tabelle 13:** Items des an der *San Diego High School* eingesetzten Fragebogens (internationale Vergleichsstudie) zur Erfassung des Parameters „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.

<b>Item 22</b>	For me it is important that I get along well with my classmates.
<b>Item 23</b>	I wish my time in school was already over.
<b>Item 24</b>	I wish school was done away with.
<b>Item 25</b>	I like it when good students help those who are not so good.
<b>Item 26</b>	School is horrible.
<b>Item 27</b>	Science lessons are fun.
<b>Item 28</b>	The thought of being graded makes me feel stressed out when I am learning.
<b>Item 29</b>	I find science lessons interesting.
<b>Item 30</b>	I feel my science teacher judges my performance in class unfairly.
<b>Item 31</b>	I don't like it when our science teacher rejects the students' opinion in class.
<b>Item 32</b>	I don't like it when the science teacher accepts only his/ her own opinion.
<b>Item 33</b>	I think it's horrible when our science teacher orders us around.
<b>Item 34</b>	During oral presentations, I can hardly speak a sensible word.
<b>Item 35</b>	I like when I learn a lot from our science teacher.

Für die Evaluation im *San Diego Natural History Museum* war die Anpassung an die Altersstufe der dritten und vierten Jahrgangsstufe notwendig. Dazu wurden mit 157 Probanden Vortests durchgeführt, die der formativen Evaluation und statistischen Absicherung dienten. Itemschwierigkeit und Trennschärfe konnten so für alle Items schrittweise verbessert werden. Die Items der Skala „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ wurden freier angepasst als die übrigen, da hierfür noch kein deutscher Fragebogen für die entsprechende Altersstufe vorlag, mit dem eine eindeutige Vergleichbarkeit aufrechterhalten bleiben musste. Alle anderen Items wurden, ausgehend von den deutschsprachigen Vorlagen, sorgfältig übersetzt. Die Itemnummerierung im Fragebogen für die Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum* unterscheidet sich von der Itemnummerierung der Hauptstudie und der

internationalen Vergleichsstudie, da für die jüngere Zielgruppe zum Teil andere bzw. leicht unterschiedlich formulierte Items verwendet wurden. Die Items des Fragebogens, der für die Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum* verwendet wurde, sind – aufgliedert nach den Unterskalen – in den Tabellen 14 bis 16 aufgeführt. Der Originalfragebogen ist im Anhang 11.2.2. zu finden.

**Tabelle 14:** Items des am *San Diego Natural History Museum* eingesetzten Fragebogens (Evaluation zweier Lernmodule) zur Erfassung des Parameters „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ bei Probanden der dritten und vierten Jahrgangsstufe.

<b>Item i1</b>	If I do an experiment by myself, I will know what to do.
<b>Item i3</b>	If I am studying an animal and I can't find some information I need, I would know how to solve the problem.
<b>Item i5</b>	Even if a new teacher doubts my skills, I know I am actually able to achieve good results.
<b>Item i7</b>	In my science class I can organize information easily.
<b>Item i8</b>	Working on my own, I could find out how to make food out of algae.
<b>Item i10</b>	I think I could plan an experiment.
<b>Item i12</b>	I think I am capable of presenting group work in front of the class well.
<b>Item i14</b>	“Spiders are able to climb walls vertically. Investigate scientifically, how these animals are adapted to their environment and present your results!” – After I read this task, I knew immediately which step I would take first.
<b>Item i16</b>	I think that in comparison to my classmates I can contribute very good ideas to the planning of an experiment.
<b>Item i18</b>	If I had to present group work in science class, I would do very well.
<b>Item i21</b>	In a group, I always have several ideas how to work out a problem.
<b>Item i23</b>	I can explain the steps in the <i>scientific method</i> .
<b>Item i26</b>	I can ask interesting questions that can be investigated scientifically.
<b>Item i28</b>	If I were asked to test the quality of water, I would be able to quickly master the skills for the experiment.

**Tabelle 15:** Items des am *San Diego Natural History Museum* eingesetzten Fragebogens (Evaluation zweier Lernmodule) zur Erfassung des Parameters „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ bei Probanden der dritten und vierten Jahrgangsstufe.

<b>Item i4</b>	To know how a scientist works is very interesting.
<b>Item i17</b>	I'd like to know more about the topic “Animals' adaptations to their environment” very much.
<b>Item i27</b>	The topic of today's class “ <i>Autumn Harvest</i> ” is very interesting.
<b>Item i29</b>	I'd like to learn how to use some typical methods of scientific work very much.

---

**Tabelle 16:** Items des am *San Diego Natural History Museum* eingesetzten Fragebogens (Evaluation zweier Lernmodule) zur Erfassung des Parameters „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ bei Probanden der dritten und vierten Jahrgangsstufe.

<b>Item i2</b>	I feel good when I am at school.
<b>Item i6</b>	I think it is dumb when boys kid girls and girls kid boys.
<b>Item i9</b>	I think learning is fun.
<b>Item i11</b>	I think it is dumb when our science teacher chooses the topics without asking us.
<b>Item i13</b>	School is a nice place to be.
<b>Item i15</b>	I like to kid other students.
<b>Item i19</b>	I get annoyed by working on the same topic for a long time in science class.
<b>Item i20</b>	In science class I learn stuff I can use in my life.
<b>Item i22</b>	Loud noise in the classroom bothers me.
<b>Item i24</b>	Science is dumb when my science teacher just talks and talks.
<b>Item i25</b>	To me it is important that I learn a lot in science class.

### **3.5. Statistische Auswertungsverfahren**

Für die statistische Auswertung wurde die Software SPSS verwendet. Die wichtigsten verwendeten Verfahren sind hier kurz beschrieben.

#### **3.5.1. Faktorenanalyse**

Die Faktorenanalyse ist ein Verfahren der Datenreduktion. Es wird davon ausgegangen, dass hinter einer Reihe von Messwerten eine nicht direkt messbare, hypothetische (oder auch latente) Variable steht, etwa eine Eigenschaft oder eine Einstellung. Eine solche hypothetische Variable wird als Faktor bezeichnet. Items, die zu einem Faktor zusammengefasst werden, korrelieren untereinander stark (BORTZ & DÖRING 1995; SOKAL & ROHLFS 1995; ZÖFEL 2003). Items, die nicht eindeutig einem der Faktoren zugeordnet werden können, können aus der weiteren Analyse ausgeschlossen werden oder als Einzelitems berücksichtigt werden.

#### **3.5.2. Kolmogorov-Smirnov-Test**

Der Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft die Ähnlichkeit erfasster Daten mit einer Normalverteilung. Es wird berechnet wie wahrscheinlich es ist, dass die gemessenen Werte normalverteilt sind. Ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering ( $p = 0,05^*$ ), dann ist anzunehmen, dass die Werte nicht normalverteilt sind (BORTZ & DÖRING 1995; SOKAL & ROHLFS 1995). Viele Tests zur weiteren Analyse haben als Voraussetzung, dass eine Normalverteilung vorliegt. Wenn diese Bedingung nicht zutrifft, wie bei allen in der vorliegenden Arbeit erfassten Items, stehen andere entsprechende Tests zur Auswahl. So wurden zum Beispiel statt des sonst häufig verwendeten t-Tests der Kruskal-Wallis-Test und der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

#### **3.5.3. Kruskal-Wallis-Test**

Der H-Test nach Kruskal und Wallis ist ein nichtparametrisches Verfahren zum Vergleich der Mittelwerte von mehr als zwei Stichproben. Zur Berechnung werden die Originaldaten durch die entsprechenden Rangplätze ersetzt, die sich bei der Ordnung der Datenwerte der Größe nach über die Gruppen hinweg ergeben (BORTZ & DÖRING 1995; SOKAL & ROHLFS 1995). Der

---

Test ist für nicht normalverteilte Daten geeignet, da nur die Rangfolge, nicht aber die absoluten Werte verglichen werden. Der Test gibt an, wie wahrscheinlich es ist, dass die gemessenen Werte aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering ( $p = 0,05^*$ ), dann ist anzunehmen, dass die Werte nicht aus der gleichen Grundgesamtheit stammen, also signifikant unterschiedlich sind (BORTZ & DÖRING 1995; SOKAL & ROHLFS 1995). Im Gegensatz zum Mann-Whitney-U-Test ist aber hiermit keine Aussage über die Unterschiedlichkeit zwischen den Paaren einzelner Stichproben möglich, da das Ergebnis nur den Vergleich für mehr als zwei Stichproben beinhaltet.

#### **3.5.4. Mann-Whitney-U-Test**

Der Mann-Whitney-U-Test untersucht, ob zwei unabhängige Gruppen aus derselben Grundgesamtheit stammen oder nicht. Er kann auch eingesetzt werden, wenn die Daten keine Normalverteilung aufweisen. Der Test berechnet die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die gemessenen Werte aus der gleichen Grundgesamtheit stammen. Ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering ( $p = 0,05^*$ ), dann ist anzunehmen, dass die zwei Gruppen, aus denen die Messwertreihen stammen, nicht aus der gleichen Grundgesamtheit stammen, also signifikant unterschiedlich sind (BORTZ & DÖRING 1995; SOKAL & ROHLFS 1995).

#### **3.5.5. Reliabilitätsanalyse**

SPSS ermöglicht die zeitgleiche Berechnung der Trennschärfe von Items und des Reliabilitätskoeffizienten *Cronbachs Alpha* ( $\alpha$ ). Der Trennschärfe eines Items ist zu entnehmen, wie gut das gesamte Testergebnis aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Items vorhersagbar ist (Bortz & Döring, 2005). Sie gibt Auskunft darüber, wie deutlich ein Item Probanden mit unterschiedlichem Antwortverhalten unterscheidet. Der Trennschärfekoeffizient entspricht der Korrelation eines Items mit dem Summenwert der Skala, zu der das betreffende Item gehört (ZÖFEL 2003). Er sollte auf jeden Fall  $> 0,3$  sein, besser noch  $> 0,5$ . Items mit einem kleineren Trennschärfekoeffizienten werden eliminiert.

*Cronbachs a* ist ein Maß für die interne Konsistenz einer Skala, das auf der Korrelation der Itemstreuung und der Streuung des Gesamtpunktwerts beruht. Der Wert gibt an, wie gut die einzelnen Items mit der Gesamtheit der übrigen Items zusammenhängen (BORTZ & DÖRING

1995; ZÖFEL 2003). *Cronbachs a* sollte für eine Skala  $>$  als 0,6 sein, wobei zu berücksichtigen ist, dass eine niedrige Itemanzahl in einem niedrigeren Reliabilitätskoeffizienten resultiert.

### **3.5.6. Zweifaktorielle Varianzanalyse (Two-Way-Anova)**

Die Zweifaktorielle Varianzanalyse untersucht, ob und gegebenenfalls wie sich die Erwartungswerte der Zufallsvariablen in verschiedenen Gruppen unterscheiden. Dadurch kann ermittelt werden, ob die Gruppen signifikant unterschiedlich sind. Die Zweifaktorielle Varianzanalyse berücksichtigt zur Erklärung der Zielvariablen zwei Faktoren (BORTZ & DÖRING 1995; SOKAL & ROHLFS 1995). Eine Voraussetzung für die Anwendung dieses Tests ist die Normalverteilung der Daten. Wenn diese nicht gegeben ist, wie bei den Daten der vorliegenden Arbeit, darf dieser Test eigentlich nicht angewendet werden. In den wenigen Fällen, wo dies aufgrund nicht existierender nichtparametrischer Tests trotzdem geschah, werden die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert. Die nichtparametrischen Tests sind durchweg konservativer und reagieren nicht so empfindlich bei der Aufdeckung von Signifikanzen. Die *Two-way-Anova* wurde nur bei Daten angewendet, bei denen bereits vorher mit Hilfe der nichtparametrischen Verfahren signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen nachgewiesen wurden.

---

## 4. Ergebnisse I (Hauptstudie)

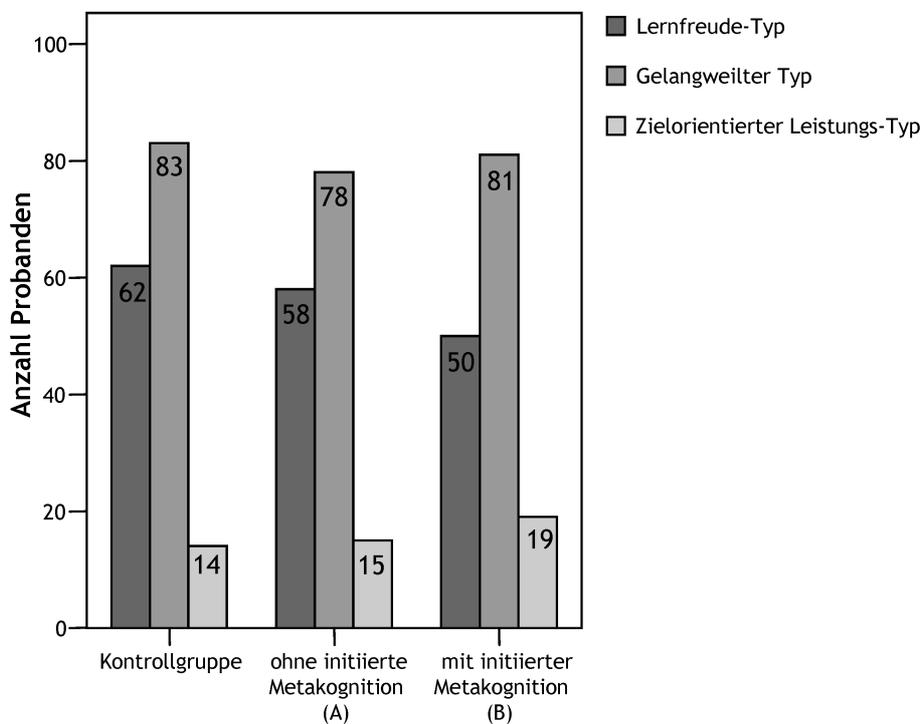
### 4.1. Zusammensetzung der teilnehmenden Gruppen

Insgesamt nahmen 476 Schüler von Gymnasien des Köln-Bonner Raums an der Untersuchung teil. Aufgrund von ungültig ausgefüllten Fragebögen reduzierte sich die auswertbare Anzahl der Probanden auf 471. Sie stammten aus 19 Schulklassen aus elf verschiedenen Gymnasien, die von 15 verschiedenen Biologielehrern betreut wurden. Es handelt sich bei den Schulen um eine Mischung aus hauptsächlich staatlichen Schulen sowie zwei Gymnasien in kirchlicher Trägerschaft. Eine Klasse war ein Wahlpflichtkurs für Biologie/Chemie, eine Klasse war eine integrierte Klasse mit hochbegabten Schülern, ansonsten befanden sich die Schulklassen in ihrem normalen Klassenverband. Es nahmen nur Schüler der neunten Jahrgangsstufe teil, so dass die weitaus meisten Schüler zwischen 14 und 16 Jahren alt waren. Es gab vereinzelte Ausnahmen, so war zum Beispiel ein einzelner hochbegabter Schüler erst zehn Jahre alt, wenige Schüler waren aufgrund einer besonderen Schullaufbahn 13 bzw. 17 Jahre alt. Diese Ausnahmen sind statistisch aber zu vernachlässigen. Eine Klasse stammte aus einer reinen Mädchenschule, so dass das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Probanden dadurch leicht verschoben wurde. 276 Probanden (58,6 %) waren weiblich, 195 Probanden (41,4 %) waren männlich.

### 4.2. Analyse der Einstellungsausprägungen zu Schule und Biologieunterricht

Mit einem aus elf Items bestehenden Teil des Fragebogens wurden die Einstellungsausprägungen der Probanden bestimmt. Von den 471 teilnehmenden Schülern konnten 460 eindeutig einem Einstellungstyp zugeordnet werden. Kein Schüler zeigte ein Antwortverhalten, das ihn dem Frustrierten Typ zuordnen würde. Dem Lernfreude-Typ gehörten 170 Schüler an (37 %), dem Gelangweilten Typ 242 (52,6 %) und dem Zielorientierten Leistungs-Typ konnten 48 Schüler (10,4 %) zugeordnet werden. Für die statistischen Auswertungen ist zu beachten, in welchen Anteilen die einzelnen Einstellungstypen auf die Kontrollgruppe und die Versuchsgruppen verteilt waren (Abbildung 3). Durch die Zufallsverteilung der Probanden mittels Gruppenkarten gelang eine gleichmäßige Verteilung der Einstellungstypen auf die einzelnen Gruppen. Die Einstellungsausprägung des Zielorientierten Leistungs-Typs wiesen relativ wenige Schüler auf. Während die Anzahl der Schüler des

Lernfreude-Typs und des Gelingweilten Typs auch nach der Aufteilung in die drei Versuchsgruppen noch groß genug für aussagekräftige statistische Analysen ist, müssen beim Zielorientierten Leistungs-Typ statistisch nachgewiesene Signifikanzen mit Vorsicht betrachtet werden.



**Abbildung 3:** Anzahl der Schüler verschiedener Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen.

Da es sich bei der Berechnung der Signifikanzen im Grunde um Berechnung von Wahrscheinlichkeiten handelt, können sie aber auch bei den recht geringen Personenzahlen des Zielorientierten Leistungs-Typs als Hinweise auf signifikante Effekte gelten.

---

### 4.3. Analysen zum Parameter „Interessiertheit“

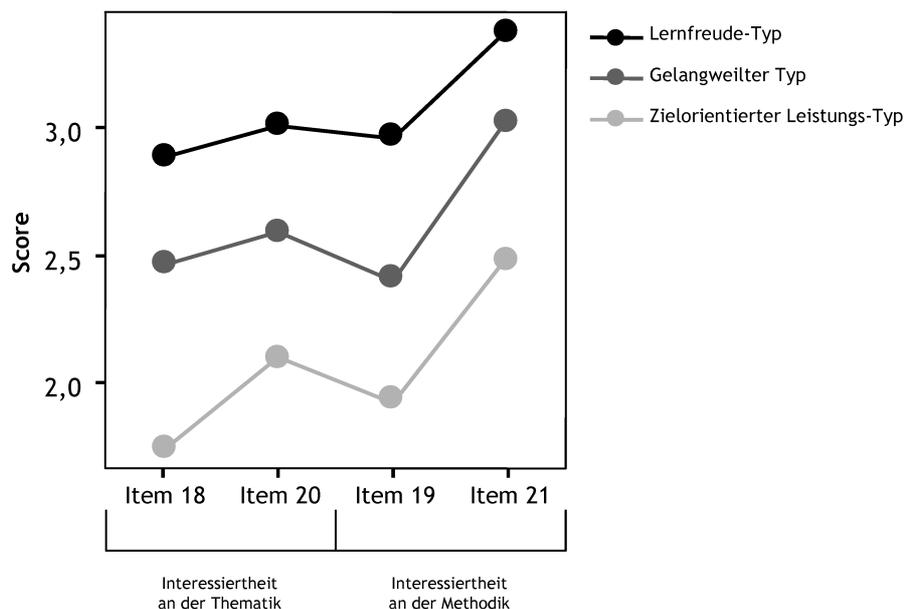
In der vorliegenden Studie wurde das Maß der Interessiertheit durch vier Items bestimmt. Wie in Kapitel 2.3. dargestellt, ist das Interessekonstrukt vielschichtig, so dass zwischen den einzelnen Zuständen und Entwicklungsstadien von Interesse differenziert werden muss. Erfasst wurde in der Hauptstudie die aktuelle, berichtete Interessiertheit der Schüler, indem sie im Fragebogen den Grad ihrer Interessiertheit gegenüber Thematik und Methodik bzw. die empfundene Interessiertheit der Thematik und Methodik angaben. Auch in der Follow-Up-Studie, die nach sechs Monaten durchgeführt wurde, kann noch nicht von einem langfristigen Interesse gesprochen werden, daher wird im Folgenden bei den erfassten interesserelevanten Parametern durchgängig von „Interessiertheit“ gesprochen. Die im Haupttest und im Follow-Up-Test erfassten Parameter sind: Interessiertheit (gesamt), Interessiertheit an der Methodik, Interessiertheit an der Thematik sowie die Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung (Tabelle 17).

**Tabelle 17:** Probandenanzahl und Erfassungszeitpunkte interesserelevanter Parameter in der Hauptstudie.

	<b>vor / nach Lernmodul</b> (N = 471)	<b>nach sechs Monaten</b> (N = 284)
Interessiertheit (gesamt)	<b>X</b>	<b>X</b>
- an der Methodik	<b>X</b>	<b>X</b>
- an der Thematik	<b>X</b>	<b>X</b>
Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands- Auseinandersetzung (PGA)		<b>X</b>

#### 4.3.1. Abhängigkeit der Interessiertheit vom Einstellungstyp

Bei der nach Einstellungstypen aufgeschlüsselten Analyse der Scores in den interesserelevanten Items zeigt sich eine deutliche Abstufung der Scorehöhe in Abhängigkeit vom Einstellungstyp (Abbildung 4). Der Lernfreude-Typ erzielte durchgehend die höchsten Punkte, der Gelangweilter Typ nimmt eine Mittelstellung ein und der Zielorientierte Leistungs-Typ erzielte durchgehend die niedrigsten Punkte.

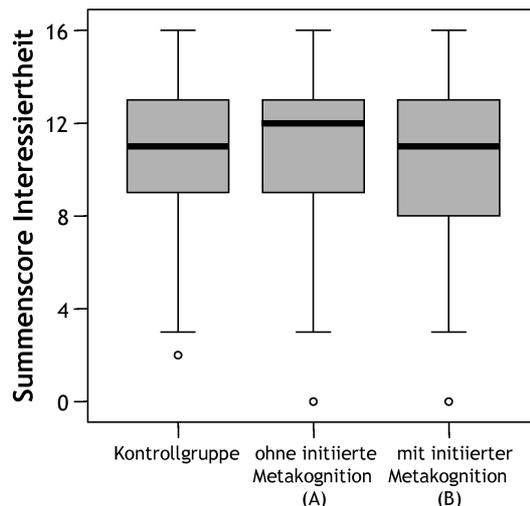


**Abbildung 4:** Durchschnittlicher Score der drei erfassten Einstellungstypen in den interesserelevanten Items. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die einzelnen Werte mit Linien verbunden.

#### 4.3.2. Allgemeine Effekte der Lernmodule auf die Interessiertheit (gesamt)

Es wurde die Abhängigkeit der durchschnittlichen Interessiertheit der Schüler von der jeweils durchlaufenen Version des Lernmoduls getestet. Da für die Erfassung der Interessiertheit insgesamt vier Items mit maximal vier Punkten zu einem Score berechnet werden, ist der maximal erreichbare Score 16 (Abbildung 5).

Der Mittelwert der Interessiertheit liegt für die Probandengruppen im Lernmodul A ohne initiierte Metakognition signifikant höher als in Lernmodul B mit initiiertem Metakognition (Mann-Whitney-U-Test  $p = 0,05^*$ ).

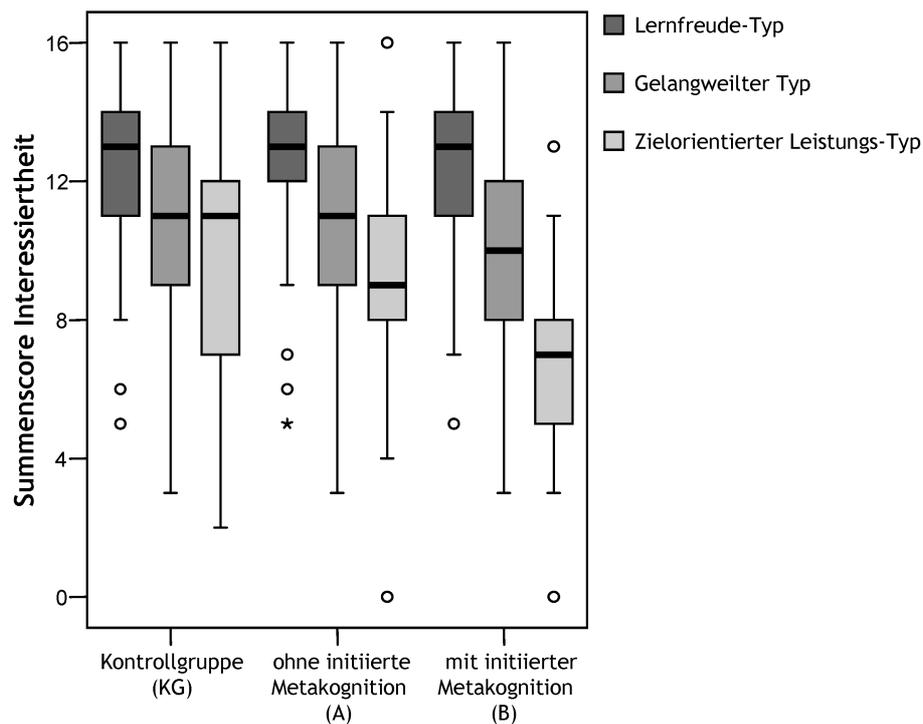


**Abbildung 5:** Durchschnittliche Summenscores der Probanden in den zwei Versionen des Lernmoduls und in der Kontrollgruppe im Parameter „Interessiertheit (gesamt)“. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer sind als Einzelwerte aufgeführt.

#### 4.3.3. Moduleffekte auf die Interessiertheit (gesamt) von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen

Bei der Begrifflichkeit ist wichtig, zwischen der Zugehörigkeit zu den Einstellungstypen und der Zugehörigkeit zu den verschiedenen Untersuchungsgruppen klar zu trennen. Der Gruppentyp entspricht den einzelnen Untersuchungsgruppen: Kontrollgruppe, Lernmodul A ohne initiierte Metakognition, Lernmodul B mit initiiertes Metakognition. Im Folgenden wurde die Einflussnahme der Lernmodule auf die Interessiertheit der Probanden aufgeschlüsselt nach Einstellungstypen untersucht (Abbildung 6).

Für die Schüler des Lernfreude-Typs liegt der Median in allen drei Gruppen gleich hoch. Offensichtlich war die Interessiertheit sowohl in der Kontrollgruppe als auch in den beiden Versuchsgruppen A und B auffällig hoch, und auch das Maximum im Streubereich reicht in allen Gruppen bis zum Maximum der erreichbaren Punkte. Schüler, die dem Lernfreude-Typ angehören, zeigten also durchgehend ein deutlich hohes Interesse an Thema und Methodik, unabhängig davon, ob sie das Lernmodul mit oder ohne initiiertes Metakognition durchliefen oder in der Kontrollgruppe waren.



**Abbildung 6:** Durchschnittliche Summenscores von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Interessiertheit (gesamt)“. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer (o) und Extremwerte (\*) sind einzeln aufgeführt.

Die Interessiertheit der Schüler des Gelangweilten Typs lag insgesamt sowohl in den Versuchsgruppen A und B als auch in der Kontrollgruppe auf einem etwas niedrigeren Niveau als bei den Schülern des Lernfreude-Typs. Während wie beim Lernfreude-Typ das Maximum in allen Gruppen auch dem Maximum der erreichbaren Scorepunktzahl entspricht, reicht das Minimum deutlich niedriger als beim Lernfreude-Typ. Beim Gelangweilten Typ zeigt sich die Tendenz, dass die Interessiertheit beim Lernmodul mit initiiertes Metakognition niedriger lag als im Lernmodul ohne initiiertes Metakognition und in der Kontrollgruppe.

Deutliche Effekte der initiiertes Metakognition auf die Interessiertheit zeigen sich bei den Schülern des Zielorientierten Leistungs-Typs. In der statistischen Analyse mit dem Kruskal-Wallis-Test für nichtparametrische Daten wurden alle erzielten Scores innerhalb der einzelnen Einstellungstypen abhängig vom Gruppentyp auf signifikante Unterschiedlichkeit getestet. Bei einem p-Wert kleiner als 0,05 gilt die Messung als signifikant. Die statistische Analyse gibt Hinweise darauf, dass die Interessiertheit der Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs im Lernmodul B mit initiiertes metakognitiven Phasen signifikant niedriger war als in der

---

Kontrollgruppe ( $p = 0,05^*$ ). Die Interessiertheit in der Kontrollgruppe lag bei diesen Schülern höher als in beiden Versuchsgruppen.

Die Erwartungshaltung der Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs war offenbar bei Betreten des Museums (Kontrollgruppe) hoch, denn schon durch die Teilnahme am Lernmodul sank die Interessiertheit, durch die metakognitiven Phasen wurde sie sogar signifikant gesenkt. Sie lag hiernach durchschnittlich relativ viel tiefer als bei allen anderen Schülern. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Einstellungstypen werden in keiner Untersuchungsgruppe so deutlich wie im Lernmodul B mit initiiertem Metakognition. Während der Lernfreude-Typ eine vergleichsweise sehr hohe Interessiertheit aufwies, lag sie beim Gelangweilten Typ deutlich niedriger und beim Zielorientierten Leistungs-Typ extrem niedrig. Es zeigt sich die Notwendigkeit der Unterscheidung nach den Einstellungstypen – in Forschung und Unterricht, denn offensichtlich hat der methodische Einsatz von metakognitiven Phasen während des Lernens unterschiedliche Auswirkungen auf die Interessiertheit je nach Zugehörigkeit der Schüler zu den drei Einstellungstypen.

Mit Hilfe einer *Two-way-Anova* wurde die Abhängigkeit des Interessiertheitsscores von der Metakognition zusätzlich auch unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Einflusses der Einstellungstypen geprüft. Dies ist eigentlich ein parametrischer Test, der für die hier vorliegenden Daten nur mit Vorsicht zu verwenden ist, da sie nichtparametrisch sind. Die nichtparametrischen Tests sind durchweg konservativer und reagieren nicht so empfindlich bei der Aufdeckung von Signifikanzen. Nur mit einer *Two-way-Anova* lassen sich aber gleichzeitig zwei unabhängige Parameter auf ihre Einflussnahme überprüfen, was ergänzende, aufschlussreiche Informationen liefert. Bei gleichzeitiger Berücksichtigung der starken Effekte des Einstellungstyps bleibt ein signifikanter Effekt des Gruppentyps auf die Interessiertheit messbar ( $p = 0,05^*$ ). Diese Analyse bestätigt das Ergebnis, dass die Metakognition nicht nur auf die Schüler der einzelnen Einstellungstypen unterschiedliche Auswirkungen hat, sondern eine von der Versuchsgruppe abhängige Einflussnahme auf die Schülersamtheit nachweisbar ist.

#### **4.3.4. Moduleffekte auf die Interessiertheit von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen an der Methodik**

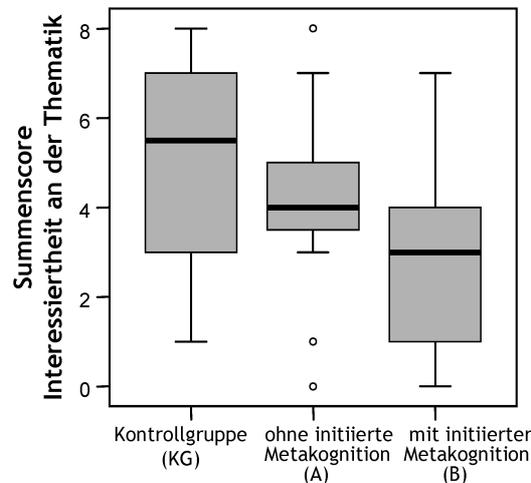
Zusätzlich zur Interessiertheit insgesamt wurde diese nach Interessiertheit an der Methodik und an der Thematik aufgeschlüsselt (gemessen durch je zwei Items) und gesondert auf Effekte des Gruppentyps untersucht. Wiederum wurde zusätzlich zum Kruskal-Wallis-Test mit einer *Two-way-Anova* die signifikante Abhängigkeit von der Einstellungsausprägung herausgerechnet. Für die Interessiertheit an der Methodik ergibt sich daraus, dass keine signifikanten Unterschiede durch die initiierte Metakognition erzielt wurden, weder im Vergleich zur Gruppe, die das Lernmodul ohne initiierte Metakognition durchlief, noch im Vergleich zur Kontrollgruppe.

#### **4.3.5. Moduleffekte auf die Interessiertheit von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen an der Thematik**

Die gesonderte Untersuchung der Effekte auf die Interessiertheit an der Thematik wurde ebenfalls mit einer *Two-way-Anova* durchgeführt, die die signifikante Abhängigkeit vom Einstellungstyp berücksichtigt und herausrechnet. Es zeigte sich, dass die Versuchsgruppen signifikante Unterschiede in ihrer Interessiertheit an der Thematik aufweisen, auch nachdem der Effekt des Einstellungstyps gesondert berücksichtigt wurde ( $p = 0,05^*$ ). Um dies zu bestätigen wurde mit dem konservativeren Kruskal-Wallis-Test der Effekt des Gruppentyps innerhalb der einzelnen Einstellungstypen intern berechnet. Für die Schüler des Lernfreude-Typs und des Gelangweilten Typs lässt sich keine Signifikanz nachweisen. Hingegen zeigt sich für die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs in beiden Tests, dass innerhalb dieses Einstellungstyps eine signifikante Abhängigkeit des Summenscores der Interessiertheit an der Thematik vom Lernmodul vorliegt (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,05^*$ ). Wie der Abbildung 7 zu entnehmen, ist dabei die Interessiertheit an der Thematik bei den Schülern, die das Lernmodul durchlaufen haben, niedriger als in der Kontrollgruppe. Diejenigen, die zusätzlich noch die initiierte Metakognition durchlaufen haben, weisen einen noch geringeren durchschnittlichen Summenscore der Interessiertheit an der Thematik auf. Der Unterschied zwischen der Gruppe A ohne initiierte Metakognition und der Gruppe B mit initiiertem Metakognition ist dabei signifikant (Mann-Whitney-U-Test  $p = 0,05^*$ ), hoch signifikant ist der Unterschied zwischen Gruppe B und der Kontrollgruppe (Mann-Whitney-U-Test  $p = 0,01^{**}$ ). Dieses Ergebnis stimmt mit dem Ergebnis für die Interessiertheit (gesamt) überein. Die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs

---

haben in der Gruppe B mit initiiertem Metakognition eine deutlich niedrigere Interessiertheit als die Schüler in den anderen Gruppen.



**Abbildung 7:** Durchschnittliche Summenscores der Probanden in den zwei Versionen des Lernmoduls und in der Kontrollgruppe im Parameter „Interessiertheit an der Thematik“. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer sind als Einzelwerte aufgeführt.

#### 4.3.6. Moduleffekte auf die Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen

Nach sechs Monaten wurde die Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung erfasst, sowohl bezogen auf die Thematik als auch auf die Methodik. Zusätzlich zum Kruskal-Wallis-Test wurde dazu mit einer *Two-way-Anova* der starke Effekt des Einstellungstyps auf den durchschnittlichen Summenscore herausgerechnet, so dass nur der Effekt des Gruppentyps gemessen werden konnte. In beiden Tests zeigt sich, dass die Zugehörigkeit zu den Versuchsgruppen keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf die Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung hatte.

#### 4.3.7. Effekte auf die interesserelevanten Parameter im Überblick

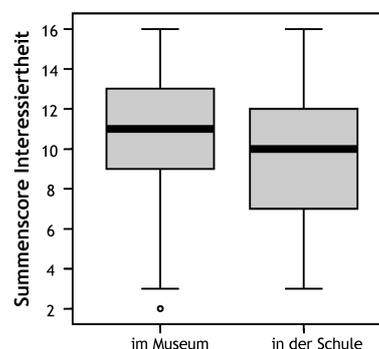
Für einen besseren Überblick ist in der Tabelle 18 für jeden gemessenen Parameter angegeben, ob und wie starke Effekte für die beiden Einflussgrößen „Versuchsgruppe“ und „Einstellungstyp“ nachgewiesen werden konnten. Die Berechnung erfolgte mit einer *Two-way-Anova*.

**Tabelle 18:** Effekte des Lernmoduls und des Einstellungstyps auf interesserelevante Parameter im Überblick.

	Effekt Lernmodul		Effekt Einstellungstyp	
	vor / nach Lernmodul	nach 6 Monaten	vor / nach Lernmodul	nach 6 Monaten
Interessiertheit (gesamt)	p = 0,01**	n.s.	P = 0,001***	p = 0,001***
- an der Methodik	n.s.	n.s.	p = 0,001***	p = 0,001***
- an der Thematik	p = 0,01**	n.s.	p = 0,001***	p = 0,001***
Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung (PGA)	-	n.s.	-	p = 0,001***

#### 4.3.8. Kontextbezug der Interessiertheit

Um den zu erwartenden Effekt zu überprüfen, dass der Kontextbezug des außerschulischen Lernorts Museum eine gesteigerte Interessiertheit bei Schülern hervorruft, wurde eine Kontrollstudie durchgeführt. Schüler, die aus denselben Klassen wie die Probanden stammen, die aber am Museumsbesuch nicht teilgenommen hatten, wurden im Zuge der Follow-Up-Studie mitbefragt. Sie – als aus derselben Stichprobe stammende Vergleichsgruppe zu den Schülern, die ohne weitere Einflussnahme direkt zu Beginn des Museumsbesuchs befragt worden waren (in der Hauptstudie als „Kontrollgruppe“ bezeichnet) – weisen eine signifikant niedrigere Interessiertheit an Thematik und Methodik auf (Kruskal-Wallis-Test  $p = 0,05^*$ ). Die Probandenanzahl betrug 157 Probanden im Museum, 24 Probanden im Schulkontext. Der Unterschied in der Interessiertheit im Museum und im Schulkontext ist in Abbildung 8 grafisch dargestellt.

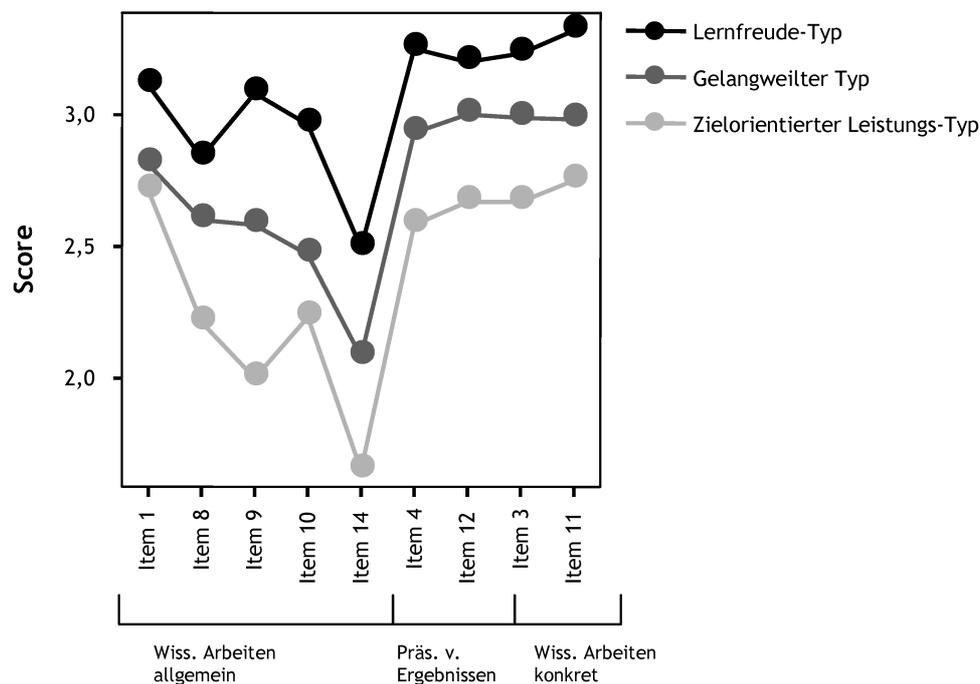


**Abbildung 8:** Durchschnittliche Summenscores von Probanden im Museum und in der Schule im Parameter „Interessiertheit (gesamt)“. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer sind als Einzelwerte aufgeführt.

## 4.4. Analysen zum Parameter „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“

### 4.4.1. Abhängigkeit des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen vom Einstellungstyp

Für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen ist das Antwortverhalten in den einzelnen Items in Abbildung 9 abzulesen.

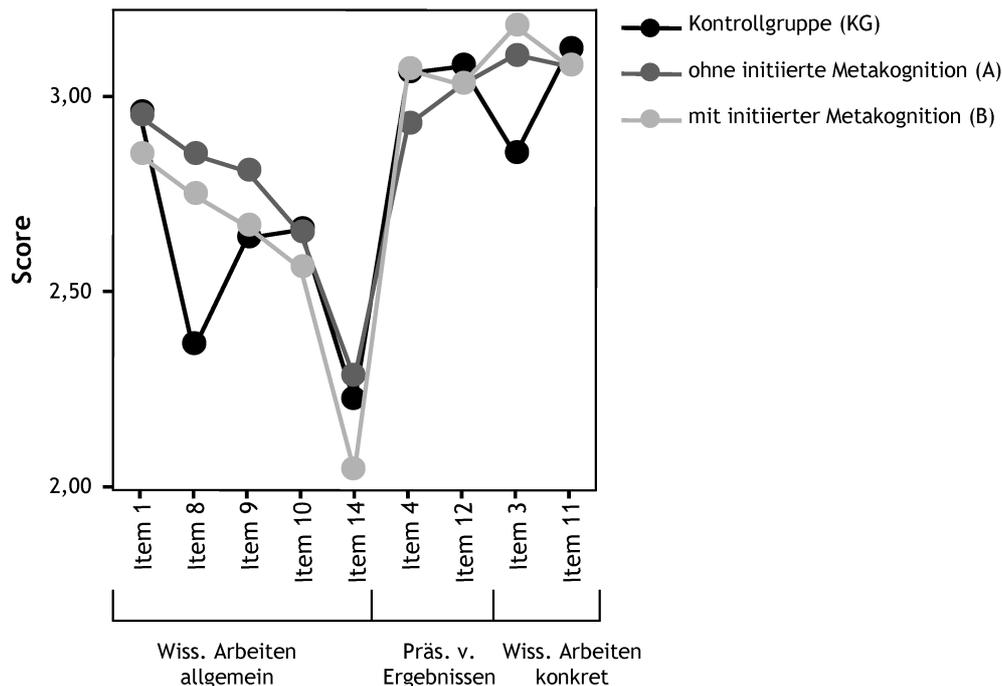


**Abbildung 9:** Durchschnittlicher Score der drei erfassten Einstellungstypen in den für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevanten Items. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Werte mit einer Linie verbunden.

Alle Items weisen höchst signifikante Unterschiede zwischen den drei Einstellungstypen auf ( $p = 0,001^{***}$ ). Dabei liegt die Höhe der durchschnittlichen Mittelwerte für den Lernfreude-Typ am höchsten, der Gelangweilte Typ nimmt jeweils eine Mittelstellung ein und die Scores des Zielorientierten Leistungs-Typs liegen immer am niedrigsten.

#### 4.4.2. Allgemeines Antwortverhalten der Probandengruppen

Bei der Analyse des Antwortverhaltens ist die durch die Faktorenanalyse errechnete Zuordnung der Items zu drei Hauptkomponenten aufschlussreich. In Abbildung 10 lassen sich die jeweils durchschnittlich von den drei Versuchsgruppen erzielten Punkte für die einzelnen Items ablesen.



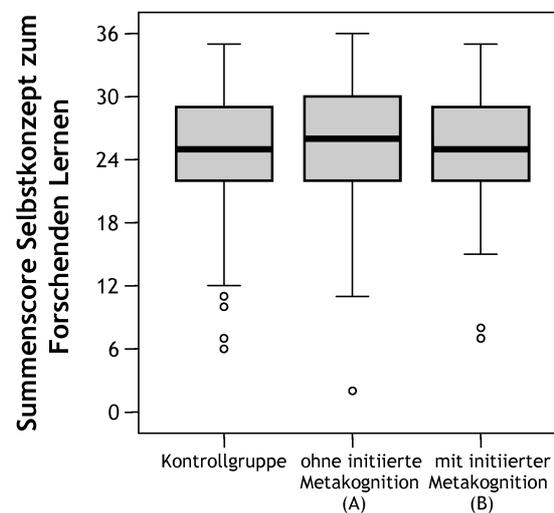
**Abbildung 10:** Durchschnittlicher Score der Probanden in den zwei Versionen des Lernmoduls und in der Kontrollgruppe in den für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevanten Items. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Werte mit einer Linie verbunden.

Schon ohne Beachtung möglicher Signifikanzen fällt auf, dass durchweg die Werte der Gruppe A ohne initiierte Metakognition im ersten Faktor „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ über den Werten der Gruppe B mit initiiertem Metakognition liegen. Für die beiden anderen Faktoren „Präsentation von Ergebnissen“ und „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“ ist dies nicht der Fall. In diesen beiden Faktoren schneidet die Gruppe B mit initiiertem Metakognition durchweg gleich oder besser ab. Im ersten Faktor, der unkonkrete Problemstellungen beinhaltet und teilweise einen Transfer vom aktuell bearbeiteten Lernmodul erforderte, scheint das Lernmodul ohne die initiierte Metakognition günstigere Auswirkungen auf das eigene Zutrauen gehabt zu haben. Die beiden anderen Faktoren beinhalten weitaus konkretere Problemstellungen, im Faktor „Präsentation von Ergebnissen“ sogar die Wiederholung einer im Lernmodul geforderten

Leistung. In diesen beiden Faktoren hatten die Schüler, die das Lernmodul mit initiiertem Metakognition durchliefen, durchschnittlich höhere Punktzahlen. In mehreren Items lässt sich dies auch durch die Überprüfung auf signifikante Unterschiede zeigen, wie im Kapitel 4.4.7. beschrieben.

#### 4.4.3. Allgemeine Effekte der Lernmodule auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen

Zunächst wurde das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen ohne Unterscheidung nach Einstellungstypen untersucht. Dies entspricht der Beobachtung von Schülern ohne weitere Differenzierung. Es wurde dazu der durchschnittliche Summenscore des Fähigkeitsselbstkonzepts aus den neun Items berechnet, die in der Faktorenanalyse die Hauptfaktoren bilden. Dieser Summenscore wurde auf Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen untersucht. Für jedes der in den Gesamtscore einfließenden Items konnten maximal vier Punkte erreicht werden, der maximale Gesamtscore ist daher 36. Die Effekte wurden mit dem Kruskal-Wallis-Test überprüft. Es zeigt sich kein Unterschied im Summenscore der einzelnen Gruppen A und B und der Kontrollgruppe. Weder die Teilnahme am Lernmodul überhaupt noch die zusätzliche Initiierung von Metakognition zeigen bei dieser Art der Auswertung einen Effekt auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen (Abbildung 11).

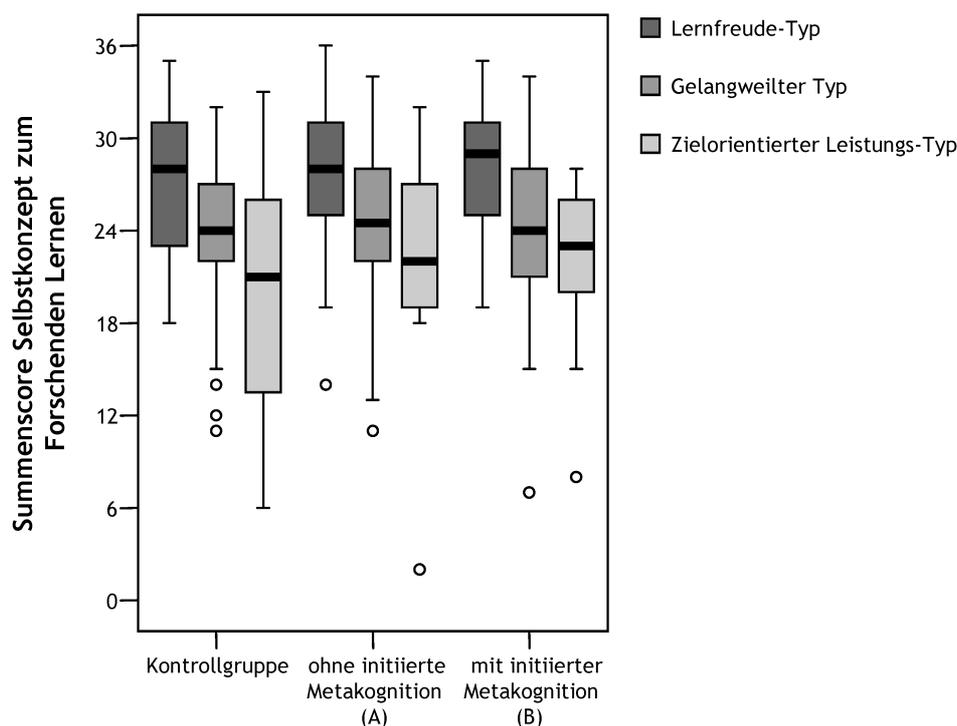


**Abbildung 11:** Durchschnittliche Summenscores der Probanden in den zwei Versionen des Lernmodul und in der Kontrollgruppe im Parameter „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer sind als Einzelwerte aufgeführt.

#### 4.4.4. Moduleffekte auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen

Zur weiteren Aufdeckung von möglichen Effekten der unterschiedlichen Lernmodule auf das Fähigkeitsselbstkonzept wurden die Schüler auch in diesem Fall nach ihren Einstellungstypen aufgeschlüsselt (Abbildung 12). Mit Hilfe einer *Two-way-Anova* wurden dann statistisch die signifikanten Effekte, die der Einstellungstyp auf den durchschnittlichen Summenscore des Selbstkonzepts (berechnet aus neun Items) hat, herausgerechnet.

Statistisch konnten auch innerhalb der drei Einstellungstypen keine Unterschiede nachgewiesen werden, die von einem der Lernmodule verursacht wurden. Das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen als Gesamtsummenscore ist während des Lernmoduls offenbar nicht verändert worden, weder durch die bloße Teilnahme am Lernmodul noch durch die zusätzlich initiierten Metakognitionsphasen. Die etwa zweieinhalb Stunden der Beeinflussung durch die Lernmodule hatten auf das ohnehin als stabil geltende Fähigkeitsselbstkonzept keinen nachweisbaren Einfluss.



**Abbildung 12:** Durchschnittliche Summenscores von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer sind als Einzelwerte aufgeführt.

---

#### 4.4.5. Moduleffekte auf die Hauptfaktoren des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen

Zur Aufdeckung möglicher Effekte der initiierten Metakognition wurden die drei Itemgruppen, die sich als Faktoren zusammenfassen lassen, mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Test gesondert auf Effekte des Lernmoduls untersucht. Für keinen der drei Faktoren konnten signifikante Unterschiede im durchschnittlichen Summenscore abhängig von der Zugehörigkeit zu einer der Versuchsgruppen oder zur Kontrollgruppe nachgewiesen werden, wie in Tabelle 19 dargestellt. Weder die Teilnahme am Lernmodul noch die initiierte Metakognition hatten demnach messbaren Einfluss auf die Itemgruppen „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“, „Präsentieren von Ergebnissen“ oder „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“.

**Tabelle 19:** Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung von Effekten der Lernmodule auf die drei Hauptfaktoren im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.

	<b>Effekt Versuchsgruppe</b>
Faktor 1: Wissenschaftliches Arbeiten allgemein	nicht signifikant
Faktor 2: Präsentation von Ergebnissen	nicht signifikant
Faktor 3: Wissenschaftliches Arbeiten konkret	nicht signifikant

#### 4.4.6. Effekte der Lernmodule auf weibliche und männliche Probanden

Beide Versionen des Lernmoduls „Gut zu Fuß“ wurden auf Unterschiede in der Beeinflussung des Antwortverhaltens von weiblichen und männlichen Probanden untersucht. Dazu wurden jeweils die Antworten der Kontrollgruppe vor dem Modul mit den Antworten der Schüler nach den beiden Versionen des Lernmoduls (ohne bzw. mit initiierte Metakognition) verglichen.

#### **Effekte des Lernmoduls „Gut zu Fuß“ ohne initiierte Metakognition auf weibliche und männliche Probanden**

Weibliche und männliche Probanden unterscheiden sich in ihrem Antwortverhalten in der Version des Lernmoduls „Gut zu Fuß“, die keine gesonderte Metakognition anregt. Das Antwortverhalten vor und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ ohne initiierte Metakognition geht im Einzelnen aus der Tabelle 20 hervor. In dieser Tabelle sind die Mittelwerte der jeweils von Mädchen und Jungen gegebenen Antworten angegeben. Die tatsächlichen Signifikanztests

wurden mit dem Kruskal-Wallis-Test nicht anhand der Mittelwerte sondern aufgrund der Rangfolge durchgeführt, die sich aber nicht für eine übersichtliche Darstellung eignet. Die Mittelwerte können jedoch als Orientierungswerte gelten. In der darauf folgenden Tabelle 21 sind die signifikanten Effekte gesondert und in veranschaulichter Form dargestellt.

**Tabelle 20:** Durchschnittliche Scores in allen Items von weiblichen und männlichen Probanden in der Kontrollgruppe und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ ohne bzw. mit initiiertem Metakognition. Signifikant unterschiedliche Messungen zwischen Kontrollgruppe und jeweiligem Lernmodul sind hervorgehoben. Der Wortlaut aller Items kann in den Tabellen 1 - 3 nachgeschlagen werden.

		Weibliche Probanden			Männliche Probanden		
		Kontroll-	A – ohne	B – mit	Kontroll-	A – ohne	B – mit
		gruppe	initiierte	initiiertes	gruppe	initiierte	initiiertes
			Meta-	Meta-		Meta-	Meta-
			kognition	kognition		kognition	kognition
<b>Selbstkonzept</b>	Item 1	2,93	2,88	2,79	3,00	3,04	2,94
	Item 2	<b>2,79</b>	2,90	<b>2,53</b>	2,72	2,69	2,69
	Item 3	<b>2,79</b>	3,18	<b>3,41</b>	2,94	3,03	3,06
	Item 4	3,03	2,95	3,03	3,10	2,90	3,15
	Item 5	3,24	3,28	3,18	3,13	3,09	2,94
	Item 6	<b>2,40</b>	2,69	<b>2,73</b>	<b>2,45</b>	2,57	<b>2,80</b>
	Item 7	3,19	3,10	3,23	3,16	3,09	3,09
	Item 8	<b>2,40</b>	<b>2,94</b>	<b>2,75</b>	<b>2,28</b>	<b>2,76</b>	<b>2,75</b>
	Item 9	2,47	2,80	2,54	2,88	2,81	2,91
	Item 10	2,66	2,51	2,40	2,66	2,81	2,87
	Item 11	3,06	3,13	3,01	3,19	3,03	3,20
	Item 12	3,08	3,01	2,99	3,09	3,04	3,09
	Item 14	2,20	2,22	1,92	2,25	2,34	2,26
	Item 15	2,76	2,86	2,78	<b>2,73</b>	3,00	<b>3,09</b>
	<b>Interessiertheit</b>	Item 18	<b>2,68</b>	2,61	<b>2,43</b>	<b>2,77</b>	<b>2,46</b>
Item 19		2,61	2,73	2,42	2,52	2,59	2,43
Item 20		<b>2,56</b>	<b>2,94</b>	2,72	2,77	2,69	2,53
Item 21		3,18	3,23	3,11	3,03	3,12	2,94
<b>Einstellung</b>	Item 22	3,62	3,81	3,72	3,36	3,43	3,45
	Item 23	2,03	1,83	2,19	<b>2,00</b>	<b>2,51</b>	<b>2,49</b>
	Item 24	0,84	0,79	0,94	0,92	1,04	1,08
	Item 25	3,53	3,53	3,61	3,23	3,30	3,17
	Item 26	0,89	0,73	0,91	0,88	1,20	1,06
	Item 27	2,85	2,96	2,72	2,79	2,69	2,70
	Item 28	2,23	2,20	1,98	2,12	2,04	2,38
	Item 29	3,02	3,01	2,80	<b>2,98</b>	<b>2,74</b>	<b>2,64</b>
	Item 30	1,07	1,00	1,18	1,12	1,42	1,34
	Item 31	<b>3,45</b>	<b>3,00</b>	<b>2,93</b>	2,86	3,10	2,75
	Item 32	<b>3,59</b>	<b>3,24</b>	3,41	3,15	3,35	3,21
	Item 33	3,32	3,07	3,29	<b>3,02</b>	<b>3,28</b>	2,79
	Item 34	1,37	1,35	1,37	1,05	1,23	1,25
	Item 35	3,16	3,24	3,17	3,15	3,12	2,98

**Tabelle 21:** Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden in der Kontrollgruppe und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ ohne initiierte Metakognition. Aufsteigender Pfeil = nach dem Lernmodul höherer Score, absteigender Pfeil = nach dem Lernmodul niedrigerer Score. Die Effektstärke ist durch das Signifikanzniveau angegeben: \*\*\* –  $p=0,001$  (höchst signifikant), \*\* --  $p=0,01$  (hoch signifikant), \* –  $p=0,05$  (signifikant), t.s. --  $p=0,07$  (Tendenz zur Signifikanz). Ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zwischen den beiden Geschlechtern ist durch weiße Pfeile markiert.

Kategorie		Weibliche Probanden	Männliche Probanden
Selbstkonzept	Item 8: Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.	** 	** 
	Item 18: Ich möchte sehr gerne noch mehr über das Thema „Angepasstheit von Tieren an ihre Lebensräume“ erfahren.		* 
Interessiertheit	Item 20: Das heutige Thema „Gut zu Fuß – Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“ finde ich sehr interessant.	* 	
	Item 23: Ich wünsche mir, die Schulzeit wäre zu Ende.		* 
Einstellung	Item 29: Ich finde den Biologieunterricht interessant.		t.s. 
	Item 31: Mir gefällt es nicht, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer im Unterricht die Meinung der Schülerinnen und Schüler abweist.	** 	
	Item 32: Mich stört es, wenn die Biologielehrerin / der Biologielehrer nur ihre/seine Meinung gelten lässt.	* 	
	Item 33: Ich finde es schrecklich, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer uns herum kommandiert.		t.s. 

In der Kategorie „Selbstkonzept“ ist eine signifikante Beeinflussung nur in Item 8 nachweisbar, das das Zutrauen in die Fähigkeit zum Bau eines Funktionsmodells betrifft. In diesem Item erzielten sowohl Mädchen als auch Jungen nach dem Kurs hoch signifikant höhere Punktwerte als die Kontrollgruppe.

In der Kategorie „Interessiertheit“ sank die Punktzahl der Jungen signifikant in Item 18, das die Interessiertheit am Oberthema „Angepasstheit von Tieren an ihre Lebensräume“ betrifft. Hingegen stieg die Interessiertheit der Mädchen signifikant am speziellen Thema des Lernmoduls selbst (Item 20).

In der Kategorie „Einstellung“ wurden vier Items von Mädchen und Jungen signifikant gegenläufig beantwortet. Dem Wunsch, dass die Schulzeit zu Ende wäre, fand bei den Jungen

---

nach dem Lernmodul signifikant mehr Zustimmung als vorher (Item 23), während Mädchen eher vorher mehr Zustimmung äußerten. In den beiden Items 31 und 32, die das Zurückweisen von Schülermeinungen durch den Lehrer und das alleinige Gelten der Lehrervermeinung betreffen, wurde von Mädchen nach dem Kurs eine signifikant bzw. hoch signifikant niedrigere Ablehnung geäußert als vor dem Kurs. Jungen antworteten in diesen beiden Items signifikant gegenläufig und zeigten eher eine stärkere Ablehnung nach dem Kurs als vorher. Auch in Item 33, das sich auf das Herumkommandieren durch den Lehrer bezieht, äußerten Jungen nach dem Kurs eine stärkere Ablehnung als vor dem Kurs. Bei Mädchen ist das Antwortverhalten genau andersherum, sie zeigten eher vor dem Kurs eine stärkere Ablehnung dieses Lehrerverhaltens. Der Aussage schließlich, dass man den Biologieunterricht interessant findet (Item 29), wurde von Jungen nach dem Kurs weniger zugestimmt als vorher. Dieses Antwortverhalten zeigt Tendenz zur Signifikanz und lässt sich mit den Antworten der Jungen in Item 18 (Interessiertheit am Oberthema) vergleichen.

### **Effekte des Lernmoduls „Gut zu Fuß“ mit initiierteter Metakognition auf weibliche und männliche Probanden**

Im Antwortverhalten von weiblichen und männlichen Probanden, die die Version des Lernmoduls „Gut zu Fuß“ mit gesonderten metakognitiven Phasen durchliefen, existieren Unterschiede. Das Antwortverhalten vor und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ mit initiierteter Metakognition geht im Einzelnen aus der Tabelle 20 hervor. In der folgenden Tabelle 22 sind die signifikanten Effekte gesondert dargestellt.

In der Kategorie „Selbstkonzept“ wurden vier Items sowohl von Mädchen als auch von Jungen nach dem Kurs mit deutlich höheren Scorewerten belegt als vor dem Kurs. Mädchen äußerten nach dem Kurs ein hoch signifikant höheres Selbstvertrauen als vor dem Kurs, wenn es um ihre Fähigkeit geht, ein Tier selbständig wissenschaftlich zu untersuchen (Item 3). Das Selbstvertrauen bei einer komplexen, wissenschaftsorientierten Aufgabenstellung war hingegen bei Jungen nach dem Kurs mit Tendenz zur Signifikanz höher als vor dem Kurs (Item 15). Sowohl Jungen als auch Mädchen erzielten in Item 6 (Erläutern des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs) und Item 8 (Bau eines Funktionsmodells) nach dem Kurs signifikant höhere Scorewerte als vorher, was jeweils ein größeres Zutrauen in die eigene Fähigkeit ausdrückt. Mit Tendenz zur Signifikanz erzielten Mädchen hingegen in Item 2, das sich auf das Zutrauen zur Lösungsfähigkeit bei Problemen in einer Gruppenarbeit bezieht, nach dem Kurs niedrigere Scorewerte als vorher.

**Tabelle 22:** Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden in der Kontrollgruppe und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ mit initiierteter Metakognition. Aufsteigender Pfeil = nach dem Lernmodul höherer Score, absteigender Pfeil = nach dem Lernmodul niedrigerer Score. Die Effektstärke ist durch das Signifikanzniveau angegeben: \*\*\* –  $p=0,001$  (höchst signifikant), \*\* --  $p=0,01$  (hoch signifikant), \* –  $p=0,05$  (signifikant), t.s. --  $p=0,07$  (Tendenz zur Signifikanz). Ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zwischen den beiden Geschlechtern ist durch weiße Pfeile markiert.

Kategorie		Weibliche Probanden	Männliche Probanden
<b>Selbstkonzept</b>	Item 2: Ich glaube, auch wenn demnächst bei einer Gruppenarbeit mal eine knifflige Situation eintritt, hätte ich immer mehrere Ideen, wie es weitergehen kann.	t.s. 	
	Item 3: Wenn wir in Zukunft selbständig ein Tier wissenschaftlich untersuchen sollten, wüsste ich nicht, wie ich mir bei Schwierigkeiten helfen könnte.	** 	
	Item 6: Welche Arbeitsschritte aufeinander folgen, um vom Formulieren wissenschaftlicher Fragen bis hin zur Präsentation fertiger Ergebnisse zu gelangen, könnte ich sicher gut erklären.	* 	* 
	Item 8: Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.	* 	* 
	Item 15: „Spinnen können senkrecht an Wänden krabbeln. Untersuche wissenschaftlich, wie diese Tiere an ihren Lebensraum angepasst sind und präsentiere deine Ergebnisse!“ – Nachdem ich diese Aufgabe gelesen hatte, wusste ich sofort, welchen Arbeitsschritt ich als erstes machen würde.		t.s. 
<b>Interessiertheit</b>	Item 18: Ich möchte sehr gerne noch mehr über das Thema „Angepasstheit von Tieren an ihre Lebensräume“ erfahren.	t.s. 	** 
<b>Einstellung</b>	Item 23. Ich wünsche mir, die Schulzeit wäre zu Ende.		t.s. 
	Item 29. Ich finde den Biologieunterricht interessant.		t.s. 
	Item 31: Mir gefällt es nicht, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer im Unterricht die Meinung der Schülerinnen und Schüler abweist.	** 	

In der Kategorie „Interessiertheit“ wurden im Item 18, das die Interessiertheit am Oberthema „Angepasstheit von Tieren an ihre Lebensräume“ betrifft, von Mädchen nach dem Kurs niedrigere Punkte erzielt, von Jungen sogar hoch signifikant niedrigere. Tendenz zur signifikant

unterschiedlichen Beantwortung zeigten bei den Jungen die Items 23 und 29. Die nach dem Kurs durchschnittlich höhere Punktzahl in Item 23 zeigt, dass die Jungen nach dem Kurs eher als vorher wünschten, dass die Schulzeit zu Ende wäre. Die nach dem Kurs durchschnittlich niedrigere Punktzahl in Item 29 belegt die von Jungen nach dem Kurs eher geringer wahrgenommene Interessantheit des Biologieunterrichts. Ein letztes Item schließlich, das hoch signifikante Effekte des Lernmoduls belegt, ist das Item 31, das sich auf das Lehrerverhalten bezieht. Mädchen lehnten es nach dem Kurs hoch signifikant stärker ab als vor dem Kurs, wenn der Lehrer Schülermeinungen abweist.

#### 4.4.7. Allgemeine Effekte der Lernmodule auf die Beantwortung von Einzelitems

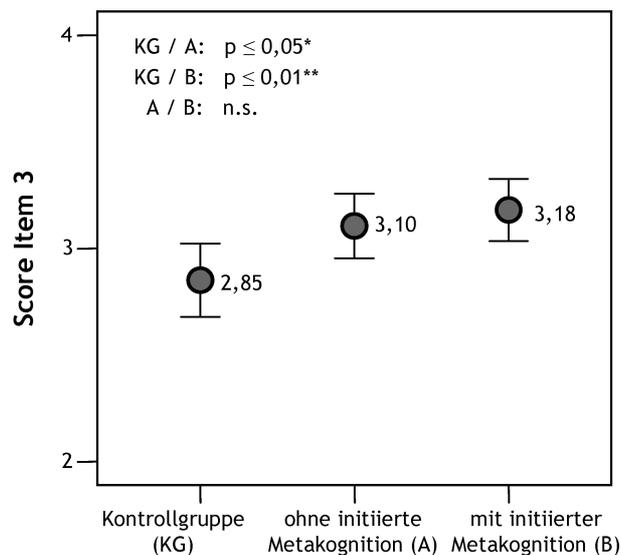
Höchst aufschlussreich sind die Ergebnisse aus der Analyse der 14 Einzelitems. Obwohl die Überprüfung der Effekte des Lernmoduls auf das Selbstkonzept in keiner der als Summenscores mehrerer Items berechneten Itemgruppen (Gesamtscore, Gesamtscore mit Aufschlüsselung nach Einstellungstypen, Faktoren) signifikante Unterschiede aufdeckte, zeigen viele der für das Fähigkeitsselbstkonzept aussagekräftigen Einzelitems signifikante, vom Lernmodul abhängige Differenzen.

Bei der Untersuchung auf Effekte des Lernmoduls auf die Schülersamtheit ohne weitere Differenzierung lassen sich mit dem Kruskal-Wallis-Test signifikante Effekte auf die Einzelitems 3, 6 und 8 nachweisen, Item 14 besitzt ebenfalls die Tendenz zur Signifikanz (Tabelle 23).

**Tabelle 23:** Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung von Effekten der Lernmodule auf die Einzelitems im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“. Die Effektstärke ist durch das Signifikanzniveau angegeben: \*\*\* –  $p = 0,001$  (höchst signifikant), \*\* --  $p = 0,01$  (hoch signifikant), \* –  $p = 0,05$  (signifikant), t.s. --  $p = 0,07$  (Tendenz zur Signifikanz), n.s. – nicht signifikant.

	Kruskal-Wallis- Test		Kruskal-Wallis- Test
Item 1	(n.s.)	Item 9	(n.s.)
Item 2	(n.s.)	Item 10	(n.s.)
Item 3	$p = 0,05^*$	Item 11	(n.s.)
Item 4	(n.s.)	Item 12	(n.s.)
Item 5	(n.s.)	Item 14	$p = 0,07$ (t.s.)
Item 6	$p = 0,01^{**}$	Item 15	(n.s.)
Item 7	(n.s.)		
Item 8	$p = 0,001^{***}$		

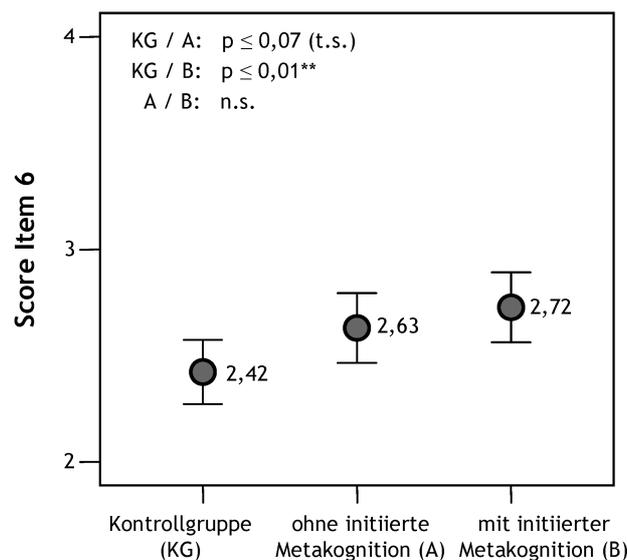
Im Folgenden werden die Effekte auf die Schülergruppen im Einzelnen dargestellt. Die bisher verwendete Darstellungsweise in Box-Whisker-Plots ist für die folgenden Daten nicht angemessen, da die maximale Streuung bei jedem Einzelitem zwischen null und vier liegt. Zum einen sind in fast allen Items alle Werte (0 bis 4) angekreuzt worden, so dass die Minimal- und Maximalwerte, die durch die Box-Whisker-Plots angegeben werden, immer gleich liegen und so keinen Erkenntnisgewinn bringen würden. Der Mittelwert ist für die Analyse der Einzelitems aussagekräftiger, da er – auf der zugrunde liegenden Skala von null bis vier – feinere Unterschiede zutage bringt. Die Grafiken zeigen daher die Mittelwerte mit einem Konfidenzintervall von 95 %.



**Abbildung 13:** Durchschnittlicher Score in Item 3, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Die Items, für die mit dem Kruskal-Wallis-Test signifikante Effekte nachgewiesen werden konnten (Tabelle 23), wurden im Einzelnen untersucht. Die Mittelwerte und die Mittelwertunterschiede der verschiedenen Versuchsgruppen sind im Folgenden detailliert dargestellt. Als erstes Item mit signifikante Effekten wurde Item 3 untersucht, das lautet: „*Wenn wir in Zukunft selbständig ein Tier wissenschaftlich untersuchen sollten, wüsste ich nicht, wie ich mir bei Schwierigkeiten helfen könnte.*“ Wie in Abbildung 13 zu erkennen, liegt bei Item 3 der Mittelwert für die Kontrollgruppe am niedrigsten.

Der Mittelwert der Gruppe A ohne initiierte Metakognition unterscheidet sich von dem der Kontrollgruppe signifikant ( $p = 0,05^*$ ) und bildet einen Übergang zu Gruppe B. Gruppe B mit initiiertes Metakognition schließlich erzielte den höchsten durchschnittlichen Mittelwert und unterscheidet sich von der Kontrollgruppe hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ). Der Unterschied zwischen den beiden Versuchsgruppen A und B ist nicht signifikant. Die Schüler, die das Lernmodul mit initiiertes Metakognition durchliefen, erzielten im Mittel den höchsten Wert, der noch höher liegt als der der Schüler, die das Lernmodul ohne Zusatz durchlaufen haben. Deshalb unterscheiden sich die Signifikanzniveaus der errechneten Effekte.



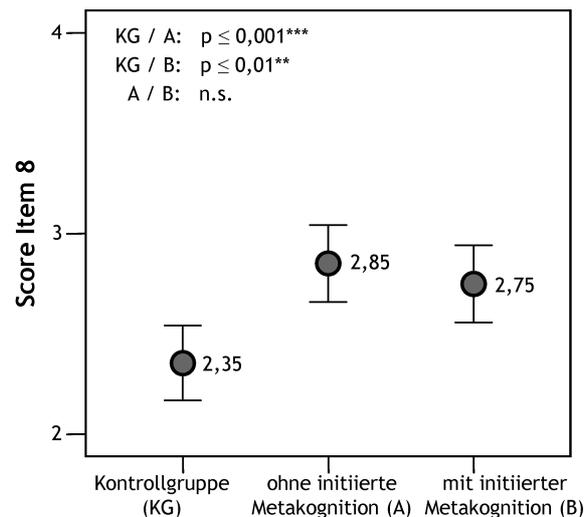
**Abbildung 14:** Durchschnittlicher Score in Item 6, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Als nächstes wurde Item 6 untersucht, das lautet: „*Welche Arbeitsschritte aufeinander folgen, um vom Formulieren wissenschaftlicher Fragen bis hin zur Präsentation fertiger Ergebnisse zu gelangen, könnte ich sicher gut erklären.*“ Auch in diesem Item liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe am niedrigsten (Abbildung 14).

In Item 6 besitzt der der Mittelwertunterschied zwischen der Kontrollgruppe und Gruppe A ohne initiiertes Metakognition Tendenz zur Signifikanz ( $p = 0,07$  t.s.). Gruppe B mit initiiertes Metakognition erzielte den höchsten durchschnittlichen Mittelwert, der vom Mittelwert der Kontrollgruppe hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ) divergiert. Der Mittelwertunterschied zwischen den beiden Versuchsgruppen A und B ist nicht signifikant. Die Schüler, die das Lernmodul mit

initiiertes Metakognition durchliefen, erzielten demnach durchschnittlich nicht nur den höchsten Score, sondern es lässt sich auch nachweisen, dass dieser hoch signifikant höher als in der Kontrollgruppe liegt.

Die Untersuchung von Item 8 („Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.“) ergibt, dass in diesem Item der durchschnittliche Mittelwert der Kontrollgruppe am niedrigsten ist (Abbildung 15).

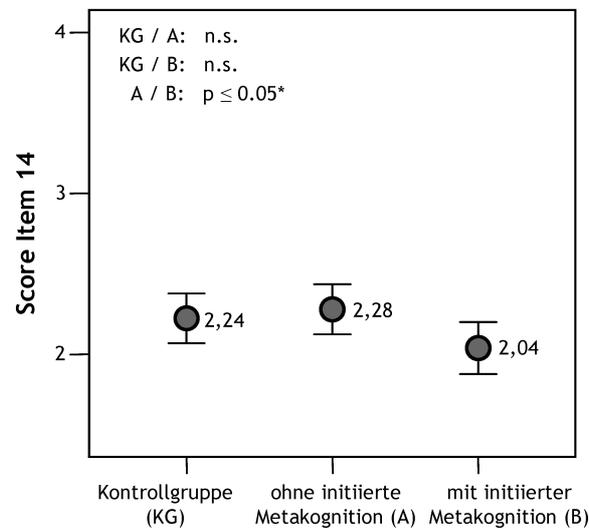


**Abbildung 15:** Durchschnittlicher Score in Item 8, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Die höchsten Scorewerte erreichte in diesem Item die Gruppe A ohne initiierte Metakognition. Der Mittelwert der Gruppe A unterscheidet sich von der Kontrollgruppe höchst signifikant ( $p = 0,001^{***}$ ). Auch der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertem Metakognition unterscheidet sich von dem der Kontrollgruppe hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ), liegt aber niedriger als in Gruppe A. Demnach ist auch das Signifikanzniveau niedriger. Die Gruppen A und B erzielten beide relativ hohe Scorewerte, der Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen ist nicht signifikant.

Als letztes erfolgte die Untersuchung von Item 14, das lautet: „Ich schätze mich selbst so ein, dass ich im Vergleich zu meinen Klassenkameraden besonders gute Ideen zur Planung eines Experiments beisteuern kann.“ In diesem Item liegen die Mittelwerte der verschiedenen

Versuchsgruppen sehr nahe beieinander (Abbildung 16). Die Scorewerte der Kontrollgruppe und der Gruppe A ohne initiierte Metakognition unterscheiden sich nicht signifikant.



**Abbildung 16:** Durchschnittlicher Score in Item 14, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertem Metakognition liegt hingegen signifikant niedriger ( $p = 0,05^*$ ) als der der Gruppe A. Beim Vergleich von Gruppe B mit der Kontrollgruppe konnte jedoch kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Obwohl sich beide Versuchsgruppen in ihrem durchschnittlichen Score also nicht signifikant von der Kontrollgruppe unterscheiden, hatte die initiierte Metakognition offenbar doch deutliche Effekte auf die Bearbeitung des Items 14, da die Mittelwerte zwischen den beiden Versuchsgruppen signifikant divergieren.

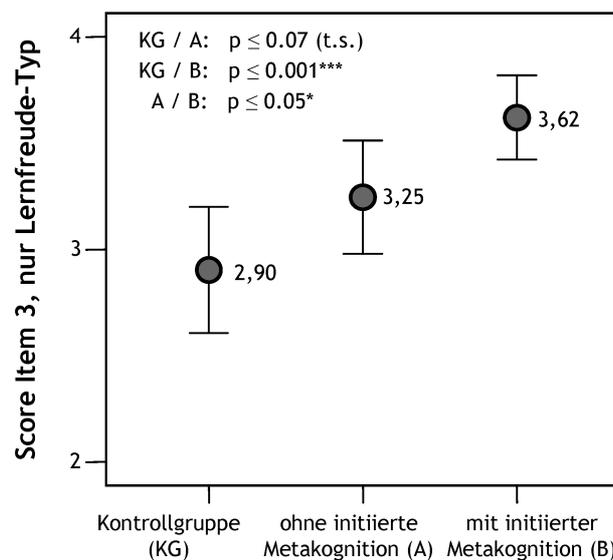
#### 4.4.8. Signifikant unterschiedliche Beantwortung von Einzelitems durch Schüler der verschiedenen Einstellungstypen

Für alle Einzelitems konnte eine signifikante Abhängigkeit vom Einstellungstyp nachgewiesen werden (vgl. Kapitel 4.6.1.). Daher wurden die Effekte des Lernmoduls sowohl für alle Probanden ohne weitere Differenzierung überprüft als auch mit einer Aufschlüsselung nach Einstellungsausprägung. Die Auswirkungen des Lernmoduls und der initiierten Metakognition

auf die Bearbeitung der Einzelitems unterschied sich teilweise stark, je nachdem ob die Schülergruppe des Lernfreude-Typs, des Gelangweilten Typs oder des Zielorientierten Leistungstyps untersucht wurde. Die Ergebnisse der Analysen abhängig vom Einstellungstyp werden im Folgenden dargestellt. Dabei werden für jeden Einstellungstyp nur die Items aufgeführt, die tatsächlich signifikante Effekte aufweisen.

### Lernfreude-Typ

Die folgenden Untersuchungen erfassen ausschließlich Schüler, die dem Lernfreude-Typ zugerechnet werden können. Zunächst erfolgte diese Untersuchung für Item 3, das lautet: „Wenn wir in Zukunft selbständig ein Tier wissenschaftlich untersuchen sollten, wüsste ich nicht, wie ich mir bei Schwierigkeiten helfen könnte.“ Bei Probanden des Lernfreude-Typs liegt in Item 3 der Mittelwert für die Kontrollgruppe am niedrigsten (Abbildung 17).

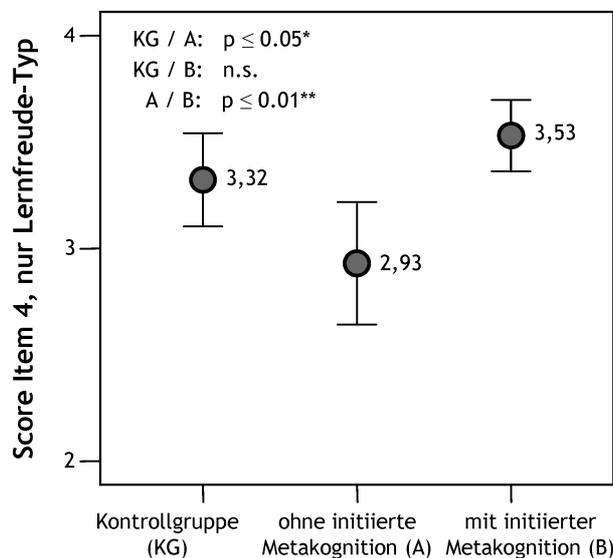


**Abbildung 17:** Durchschnittlicher Score in Item 3 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Die Werte der Gruppe A ohne initiierte Metakognition unterscheiden sich von der Kontrollgruppe mit einer Tendenz zu Signifikanz ( $p = 0,07$  t.s.). Gruppe A bildet von der Kontrollgruppe aus gesehen im Mittelwert einen Übergang zu Gruppe B. Gruppe B mit initiiertem Metakognition erzielte den höchsten durchschnittlichen Mittelwert und unterscheidet

sich von der Kontrollgruppe höchst signifikant ( $p = 0,001^{***}$ ). Der Unterschied zwischen den beiden Versuchsgruppen A und B ist ebenfalls signifikant ( $p = 0,05^*$ ). Die Schüler, die das Lernmodul mit initiiertem Metakognition durchliefen, erzielten im Mittel den höchsten Wert, der sogar signifikant höher liegt als der der Schüler, die das Lernmodul ohne Zusatz durchlaufen haben. Insgesamt lässt sich für die Schüler des Lernfreude-Typs demnach ein klarer Effekt der initiierten Metakognition nachweisen.

Ein weiteres Item mit signifikanten Mittelwertunterschieden bei Probanden des Lernfreude-Typs ist Item 4, das lautet: „Wenn ich demnächst im Biunterricht die Ergebnisse einer Gruppenarbeit präsentieren soll, wird mir das sicher gut gelingen.“ Bei Probanden, die dem Lernfreude-Typ zugerechnet werden, liegt in Item 4 der Mittelwert der Kontrollgruppe zwischen den Mittelwerten der beiden Versuchsgruppen (Abbildung 18).

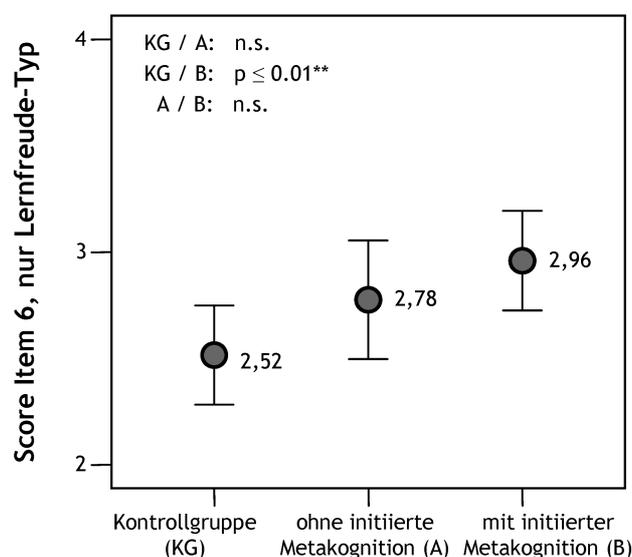


**Abbildung 18:** Durchschnittlicher Score in Item 4 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Gruppe A ohne initiierte Metakognition erreichte durchschnittlich einen signifikant niedrigeren Score als die Kontrollgruppe ( $p = 0,05^*$ ). Gruppe B mit initiiertem Metakognition erreichte durchschnittlich einen höheren Score als die Kontrollgruppe. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Hoch signifikant wiederum ist der Mittelwertunterschied zwischen den Gruppen A und B ( $p = 0,01^{**}$ ). Während Gruppe A ohne initiierte Metakognition also deutlich

weniger Punkte erzielte, hatte die initiierte Metakognition offenbar einen deutlich steigernden Einfluss auf die durchschnittlich erzielte Punktzahl in Item 4.

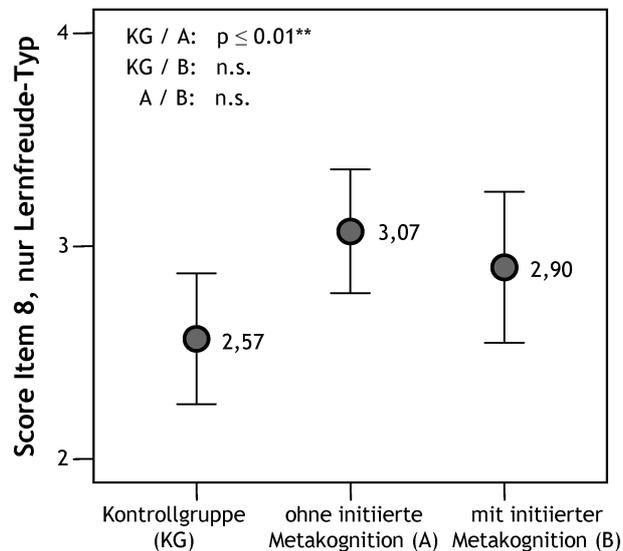
Für Probanden des Lernfreude-Typs konnten signifikante Effekte auch im Item 6 nachgewiesen werden, das lautet: „*Welche Arbeitsschritte aufeinander folgen, um vom Formulieren wissenschaftlicher Fragen bis hin zur Präsentation fertiger Ergebnisse zu gelangen, könnte ich sicher gut erklären.*“ In diesem Item liegt der Mittelwert für die Kontrollgruppe bei Probanden des Lernfreude-Typs am niedrigsten, während der Mittelwert der Gruppe A ohne initiierte Metakognition etwas höher und der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertem Metakognition noch höher liegt (Abbildung 19).



**Abbildung 19:** Durchschnittlicher Score in Item 6 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Der Unterschied des Mittelwerts der Kontrollgruppe zur Gruppe A ohne initiierte Metakognition ist nicht signifikant. Der Unterschied zur Gruppe B mit initiiertem Metakognition, die den höchsten durchschnittlichen Mittelwert erzielte, ist jedoch hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ). Zwischen den beiden Versuchsgruppen A und B wiederum liegt kein signifikanter Unterschied vor. Die Schüler, die das Lernmodul mit initiiertem Metakognition durchliefen, erzielten demnach durchschnittlich nicht nur den höchsten Score, sondern es lässt sich auch nachweisen, dass dieser hoch signifikant höher als in der Kontrollgruppe liegt.

Auch in Item 8 konnten bei den Probanden des Lernfreude-Typs signifikante Mittelwertunterschiede nachgewiesen werden. Item 8 lautet: „*Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.*“ Bei Probanden, die zum Lernfreude-Typ gerechnet werden, liegt in diesem Item der durchschnittliche Mittelwert der Kontrollgruppe am niedrigsten (Abbildung 20).

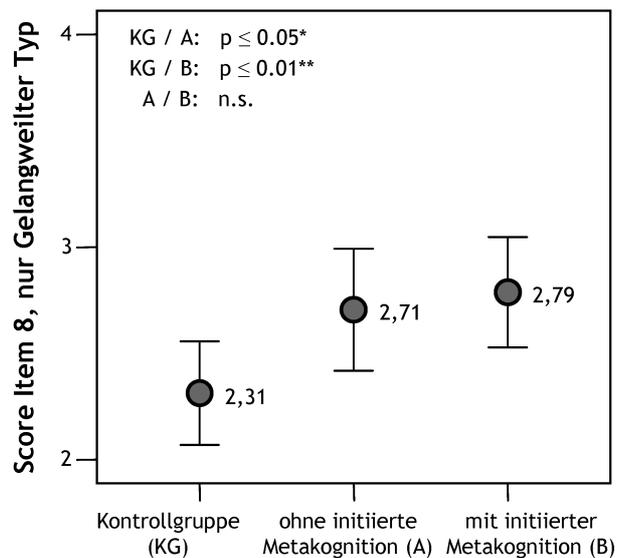


**Abbildung 20:** Durchschnittlicher Score in Item 8 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Die höchsten Scorewerte erreichte die Gruppe A ohne initiierte Metakognition. Der Mittelwert von Gruppe A unterscheidet sich von der Kontrollgruppe hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ). Der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertes Metakognition liegt zwar auch höher als der der Kontrollgruppe, unterscheidet sich aber davon nicht signifikant.

## Gelangweilter Typ

Bei den Probanden, die dem Gelangweilten Typ zugerechnet werden können, lassen sich nur in einem Item signifikante Effekte nachweisen. Es handelt sich um Item 8, das lautet: „*Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.*“ Bei Probanden des Gelangweilten Typs liegt in Item 8 der Mittelwert für die Kontrollgruppe am niedrigsten, während der Mittelwert der Gruppe A ohne initiierte Metakognition etwas höher und der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertes Metakognition noch höher liegt (Abbildung 21).



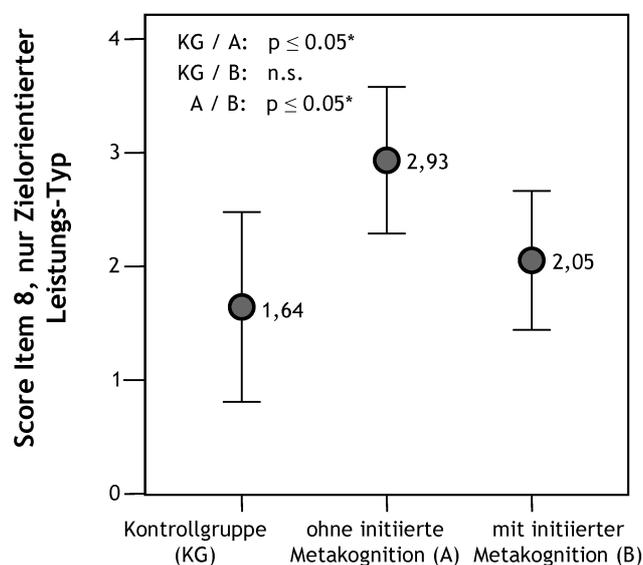
**Abbildung 21:** Durchschnittlicher Score in Item 8 von Schülern des Gelangweilten Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Der Unterschied des Mittelwerts der Kontrollgruppe zur Gruppe A ohne initiierte Metakognition ist signifikant ( $p = 0,05^*$ ). Der Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und Gruppe B mit initiiertes Metakognition, die den höchsten durchschnittlichen Mittelwert erzielte, ist hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ). Zwischen den beiden Versuchsgruppen A und B wiederum liegt kein signifikanter Unterschied vor. Die Schüler, die das Lernmodul mit initiiertes Metakognition durchliefen, erzielten demnach durchschnittlich nicht nur den höchsten Score, sondern es lässt sich auch nachweisen, dass dieser hoch signifikant höher als in der Kontrollgruppe liegt. Die

bloße Teilnahme am Lernmodul (Gruppe A) hat ebenfalls einen positiven Effekt auf den Score, der offenbar durch die Phasen der initiierten Metakognition noch verstärkt wird.

### Zielorientierter Leistungs-Typ

Bei den Probanden, die dem Gelangweilten Typ zugerechnet werden können, lassen sich ebenfalls nur in einem Item signifikante Effekte nachweisen. Es handelt sich wiederum um Item 8, das lautet: „Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.“ Bei Probanden, die dem Zielorientierten Leistungs-Typ angehören, liegt in Item 8 der durchschnittliche Mittelwert der Kontrollgruppe am niedrigsten (Abbildung 22).

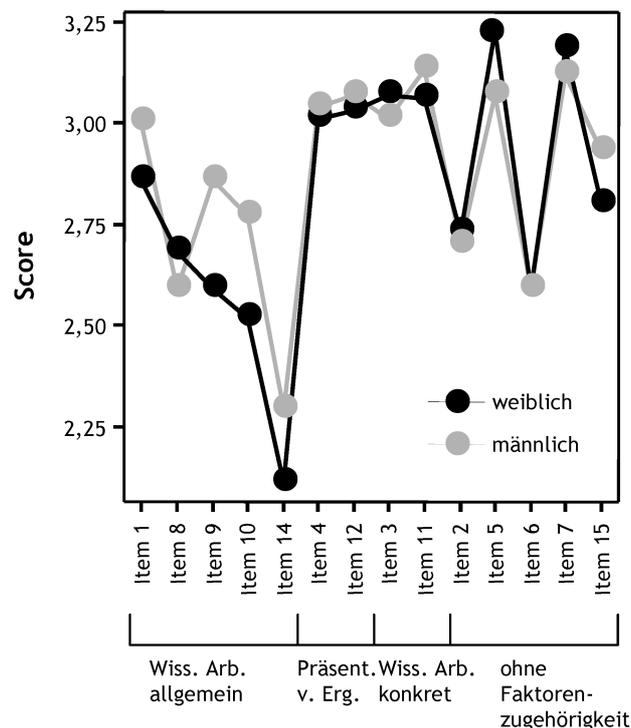


**Abbildung 22:** Durchschnittlicher Score in Item 8 von Schülern des Zielorientierten Leistungs-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen. Angegeben ist der Mittelwert mit einem Konfidenzintervall von 95 %. Die Antwortmöglichkeiten waren intervallskaliert und entsprechen den Werten 0-1-2-3-4. Zusätzlich sind die Signifikanzniveaus der Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen angegeben, die sich aus der paarweisen Überprüfung mit dem Mann-Whitney-U-Test ergeben. \*\*\* - höchst signifikant, \*\* - hoch signifikant, \* - signifikant, t.s. - Tendenz zur Signifikanz, n.s. - nicht signifikant.

Die höchsten Scorewerte erreichte die Gruppe A ohne initiierte Metakognition, deren Mittelwert sich von der Kontrollgruppe signifikant unterscheidet ( $p = 0,05^*$ ). Der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertem Metakognition liegt zwar ebenfalls etwas höher als der der Kontrollgruppe, unterscheidet sich aber davon nicht signifikant. Der Mittelwert der Gruppe B mit initiiertem Metakognition liegt signifikant niedriger als der der Gruppe A ohne initiierte Metakognition ( $p = 0,05^*$ ).

#### 4.4.9. Unterschiede im Selbstkonzept zwischen männlichen und weiblichen Probanden

Zuvor wurde bereits dargelegt, dass kein signifikanter Unterschied im Parameter „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ bei den Probanden in den verschiedenen Versuchsgruppen nachgewiesen werden konnte, wenn man die Probanden als Gruppe ohne weitere Differenzierung betrachtet (vgl. Kapitel 4.4.3.). Ebenso konnten weder bei Mädchen noch bei Jungen signifikante Unterschiede auf der Ebene von Faktoren und Gesamtkonstrukt nachgewiesen werden, wenn für jedes Geschlecht jeweils zwischen der Kontrollgruppe und den zwei anderen Versuchsgruppen unterschieden wurde. Die Darstellung des Antwortmusters von weiblichen und männlichen Probanden auf der Ebene der Einzelitems erfolgt daher ohne Aufschlüsselung nach Zugehörigkeit zu den Versuchsgruppen. Bei der sich daraus ergebenden alleinigen Unterscheidung der Probanden anhand des Geschlechts, zeigen sich vor allem im Faktor „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ deutliche Unterschiede im Antwortverhalten von männlichen und weiblichen Probanden, wie in Abbildung 23 grafisch dargestellt.



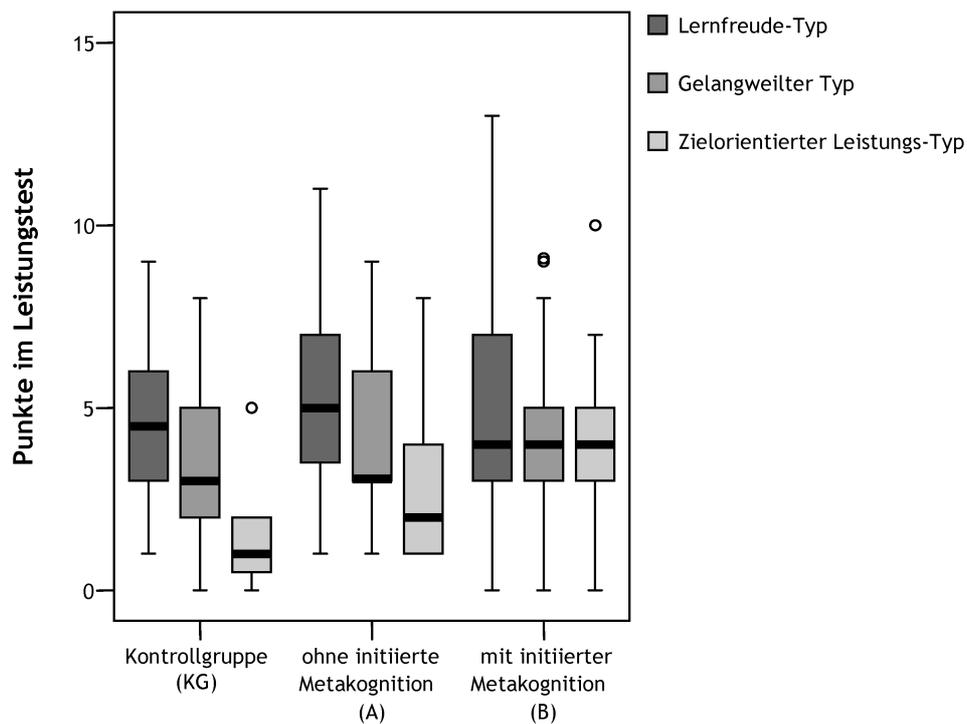
**Abbildung 23:** Durchschnittliche Scores der weiblichen und männlichen Probanden in allen Items des Fragebogens „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“. Die Items wurden nach Faktorenzugehörigkeit geordnet. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Einzelwerte mit Linien verbunden.

---

In sieben von neun Items, die die drei Hauptfaktoren bilden, liegt bei den männlichen Probanden ein höherer Score in den für das Selbstkonzept relevanten Items vor. In nur zweien von diesen neun Items liegt der Score der weiblichen Probanden höher als der der männlichen. Der Unterschied im Score zwischen den Geschlechtern besitzt in Item 1 Tendenz zur Signifikanz, in den Items 9, 10 und 14 liegen auf dem Niveau  $p = 0,05^*$  signifikante Unterschiede vor. In allen diesen Items mit signifikanten Werten liegt ebenfalls der Score der männlichen Probanden über demjenigen der weiblichen. In den fünf Items, die ebenfalls relevant für das Fähigkeitsselbstkonzept sind, aber zu keinem der drei Hauptfaktoren gehören, liegen die Werte der Mädchen in drei Items (Items 2, 5, 7) höher als die der Jungen, in einem (Item 6) auf fast gleicher Ebene. In einem weiteren Item (Item 15) erzielten wiederum die Jungen höhere Werte, Signifikanz konnte aber in keinem dieser fünf Fälle nachgewiesen werden. Im Faktor 1 „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ liegen bis auf in einem Item die Scores der Jungen höher als die der Mädchen, ebenso erzielten die Jungen höhere Werte in beiden Items des Faktors 2 „Präsentation von Ergebnissen“. Im Faktor 3 „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“ erzielten jeweils in einem der beiden Items Mädchen bzw. Jungen höhere Werte.

#### 4.5. Analysen zum Parameter „Langfristiger Lernerfolg“

Der langfristige Lernerfolg der Schüler aus beiden Versionen des Lernmoduls (mit und ohne initiierte Metakognition) wurde verglichen. Insgesamt konnten in drei Aufgaben jeweils maximal fünf Punkte erreicht werden, so dass der maximale Gesamtscore 15 Punkte beträgt (Abbildung 24).



**Abbildung 24:** Durchschnittliche Summenscores von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Langfristiger Lernerfolg“, gemessen als Punkte im Leistungstest. In den Boxplots markieren die untere und obere Linie Minimum und Maximum, die untere Begrenzung der Box ist das erste Quartil, die obere Begrenzung das dritte Quartil. Die mittlere, dicke Linie kennzeichnet den Median. Ausreißer sind als Einzelwerte aufgeführt.

Insgesamt wurden durchschnittlich nur wenige der erreichbaren Punkte erzielt. Dennoch erzielten einzelne Schüler sehr hohe Punktzahlen, was die potenzielle Erreichbarkeit der maximalen Punktzahl belegt. In der Kontrollgruppe unterscheiden sich die durchschnittlich erzielten Punkte hoch signifikant ( $p = 0,01^{**}$ ). Die Mediane liegen hierbei für alle Einstellungstypen auf deutlich unterschiedlichem Niveau. Die Schüler, die das Lernmodul A ohne initiierte Metakognition durchlaufen haben, erreichten durchschnittlich leicht höhere Punktzahlen als die Schüler aus der Kontrollgruppe.

---

Zwischen den Schülern der einzelnen Einstellungstypen zeigen sich deutliche Unterschiede, die Schüler des Lernfreude-Typs erreichten die höchsten Scores, die zweit-höchsten Scores wurden von den Schülern des Gelangweilten Typs erzielt und die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs erzielten durchschnittlich die niedrigsten Scores. Ein stark abweichendes Bild ergibt sich bei der Auftragsung der erzielten Scores für das Lernmodul B mit initiiertes Metakognition. Die Mediane liegen alle einheitlich auf einem vergleichsweise hohen Niveau.

Obwohl der Median beim Lernfreude-Typ im Lernmodul B einen Punktwert niedriger als im Lernmodul A liegt, ist bei diesem Einstellungstyp im Lernmodul B mit initiiertes Metakognition die Streuung nach oben groß. Es wurden die höchsten Punktzahlen erreicht, beinahe die Maximalpunktzahl. Die Mediane des Gelangweilten Typs und des Zielorientierten Leistungs-Typs liegen auf demselben Niveau, der Interquartilbereich (Box) ist schmal. Das bedeutet, dass 50 % der Schüler eng um den Median herum liegende Punktzahlen erreichten. Für diese beiden Einstellungstypen ist das positiv zu beurteilen, da die Mediane höher liegen als im Lernmodul A ohne initiiertes Metakognition und in der Kontrollgruppe. Besonders die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs profitierten hinsichtlich des langfristigen Lernerfolgs von den initiierten Metakognitionsphasen im Lernmodul B, denn die statistische Auswertung gibt Hinweise auf signifikant höhere Scorewerte als in den anderen Lernmodulen ( $p = 0,05^*$ ).

## 4.6. Interdependenz der erfassten motivationalen Parameter

### 4.6.1. Abhängigkeit der Parameter vom Einstellungstyp

Beim Berechnen der Effekte der Lernmodule fällt auf, dass durchgängig eine überaus starke Abhängigkeit aller erfassten Parameter vom Einstellungstyp vorliegt. Für alle erfassten Parameter besitzt diese Abhängigkeit ein Signifikanzniveau von  $p = 0,000$  \*\*\* (Kruskal-Wallis-Test), was höchste Signifikanz bedeutet. Sehr auffällig ist dabei, dass ein durchgängiges Muster hinsichtlich der Verteilung der absoluten Scorewerte auf die drei vorkommenden Einstellungstypen existiert. In Tabelle 24 sind die detaillierten Mittelwerte in den einzelnen Kategorien notiert. In zehn verschiedenen Parametern (Fähigkeitsselbstkonzept, Interesseparameter, langfristiger Lernerfolg) wurden die Mittelwerte in den Testgruppen (Kontrollgruppe, Lernmodule) jeweils für die drei Einstellungstypen erfasst. Dabei ergeben sich insgesamt dreißig Daten-Triplets. In allen Daten-Triplets erzielte der Lernfreude-Typ konsistent die höchsten Scorewerte. Der Gelangweilte Typ nimmt in 27 von dreißig Daten-Triplets eine Mittelstellung ein, während der Zielorientierte Leistungs-Typ die niedrigsten Mittelwerte erreicht. Dieses Muster ergibt sich fast durchgängig auch bei der Analyse der Einzelitems (vgl. Kapitel 4.3.1., 4.4.1).

**Tabelle 24:** Mittelwerte verschiedener motivationaler Parameter, aufgeschlüsselt nach Versuchsgruppe und Einstellungstyp (LFT - Lernfreude-Typ, GT - Gelangweilter Typ, ZLT - Zielorientierter Leistungs-Typ).

	Kontrollgruppe			ohne initiierte Metakognition (A)			mit initiiertes Metakognition (B)		
	LFT	GT	ZLT	LFT	GT	ZLT	LFT	GT	ZLT
Fähigkeitsselbstkonzept z. forschenden Lernen	27,15	24,10	20,00	27,44	24,96	21,79	28,06	24,16	22,00
Fähigkeitsselbstkonzept z. forschenden Lernen nach sechs Monaten	27,15	23,94	20,50	25,31	23,92	25,25	27,34	22,51	18,89
Interessiertheit	12,08	10,43	9,79	12,54	10,64	8,87	12,08	10,37	6,63
Interessiertheit nach sechs Monaten	11,59	10,88	7,25	11,35	10,92	8,00	11,47	9,02	7,67
Interessiertheit an der Thematik	5,90	4,99	5,00	5,93	5,15	4,13	5,82	5,01	2,74
Interessiertheit an der Thematik nach sechs Monaten	5,83	5,16	3,00	5,32	5,00	3,38	5,32	4,34	3,67
Interessiertheit an der Methodik	6,18	5,46	4,79	6,60	5,49	4,73	6,26	5,36	3,89
Interessiertheit an der Methodik nach sechs Monaten	5,76	5,73	4,25	6,09	5,92	4,63	6,15	4,68	4,00
Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung	11,96	10,76	8,00	11,44	10,34	7,57	11,73	9,68	8,88
Langfristiger Lernerfolg nach sechs Monaten	4,61	3,64	1,50	5,23	4,11	2,88	5,12	3,93	4,44

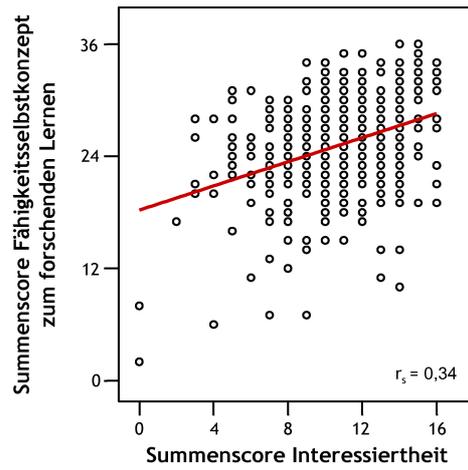
#### 4.6.2. Korrelationen zwischen den motivationalen Parametern

Aus den Daten ergibt sich jeweils eine klare Korrelation zwischen allen gemessenen motivationalen Parametern (Tabelle 25). Bestimmt wurde die Korrelation mit der Rangkorrelation nach SPEARMAN (Korrelationstest für nichtparametrische Daten). Alle Parameter außer dem Einstellungstyp gingen als Summenscore in die Berechnung ein. Beim Parameter „Einstellungstyp“ ist zu berücksichtigen, dass innerhalb der kategorialen Variable „Einstellungstyp“ im Grunde keine Reihenfolge der einzelnen Kategorien auftritt. Für die Berechnung war die Bezeichnung der Typen mit Ziffern notwendig, dabei entsprach 1= Lernfreude-Typ, 2 = Gelangweilter Typ, 3 = Zielorientierter Leistungs-Typ. Die Bezeichnung der Typen mit den Ziffern eins bis drei geschah zwar zufällig, spiegelt aber - wie auch in der Korrelationsmatrix zu erkennen - eine Reihenfolge der üblichen Wertverteilung wider. Das negative Vorzeichen zeigt dabei die Richtung entsprechend der Werteskala an, z.B. gilt: Je niedriger die Einstellungstyp-Ziffer, desto höher ist das Fähigkeitsselbstkonzept. Bei den Parametern mit positivem Vorzeichen gilt eine parallele Verteilung, z.B. gilt: Je höher das Fähigkeitsselbstkonzept, desto höher ist auch die Interessiertheit.

**Tabelle 25:** Korrelationsmatrix der erfassten motivationalen Parameter. In Ziffern wird der Korrelationskoeffizient *Spearman's Rho* angegeben, die Sternchen markieren das Signifikanzniveau. \*\*\* -  $p=0,001$  (höchst signifikant), \*\* -  $p=0,01$  (hoch signifikant), \* -  $p=0,05$  (signifikant). PGA = Person-Gegenstands-Auseinandersetzung.

	Einstellungstyp	Fähigkeits- selbstkonzept	Interessiertheit	Bereitschaft zur weiteren PGA	Langfristiger Lernerfolg
Einstellungstyp	1	-0,36***	-0,39***	-0,29***	-0,27***
Fähigkeitsselbstkonzept	-0,36***	1	0,34***	0,16*	0,16*
Interessiertheit	-0,39***	0,34***	1	0,49***	0,28***
Bereitschaft zur weiteren PGA	-0,29***	0,16*	0,49***	1	0,27***
Langfristiger Lernerfolg	-0,27***	0,16*	0,28***	0,27***	1

Beispielhaft ist die Korrelation der Parameter „Interessiertheit“ und „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ grafisch im Detail verdeutlicht (Abbildung 25). Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,34 und ist höchst signifikant ( $p = 0,001$ \*\*\*). Diese Zusammenhangsmaße belegen einen klaren Zusammenhang, wobei aber keine Beeinflussungsrichtung zu bestimmen ist.



**Abbildung 25:** Korrelation zwischen den Parametern „Interessiertheit“ und „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.

---

## 5. Ergebnisse II (Internationale Anbindung)

### 5.1. Internationaler Vergleich motivationaler Parameter zweier Modellgruppen (USA – Deutschland)

Die unbeeinflusste Kontrollgruppe der Probanden aus Deutschland diente als Vergleichsgruppe zu ebenfalls unbeeinflussten Gleichaltrigen einer mit dem Gymnasium vergleichbaren High School aus San Diego in Kalifornien (detaillierte Beschreibungen zu Modellgruppen sowie Durchführung und Validität der Tests in den Kapiteln 3.2.2., 3.3.2. und 3.4.4.). Beide Probandengruppen besuchten die neunte Klasse und die Teilnehmer waren zwischen 14 und 16 Jahren alt.

#### 5.1.1. Vergleich der Durchschnittswerte der Interessiertheit

Beim Vergleich der Durchschnittswerte für die Interessiertheit an Thematik und Methodik konnte zwischen den Probanden aus den USA und aus Deutschland lediglich in einem einzelnen von vier Items ein Unterschied nachgewiesen werden. Dies betraf das Item 21 (Tabelle 26), in dem die Probanden aus Deutschland höchst signifikant höhere Scorewerte erreichten.

**Tabelle 26:** Interesserelevantes Item mit signifikantem Unterschied zwischen Probanden aus den USA und Deutschland.

---

<b>Item 21</b>	Dass wir heute einen Einblick in wissenschaftliche Arbeitsmethoden bekommen, finde ich sehr interessant. / Gaining an insight into scientific working methods is very interesting. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,000^{***}$ )
----------------	---

---

#### 5.1.2. Vergleich der Durchschnittswerte im Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen

Beim Vergleich der Durchschnittswerte für das Fähigkeitsselbstkonzept ließen sich zwischen den Probanden aus den USA und aus Deutschland Unterschiede nachweisen. Zwar zeigte sich für das in insgesamt drei Unterskalen erfasste Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen als Ganzes kein signifikanter Unterschied zwischen den amerikanischen und deutschen Probanden. Jedoch waren sowohl in Einzelitems als auch in den Unterskalen signifikante Unterschiede messbar.

### Unterschiede in der Beantwortung von Einzelitems

In insgesamt drei Einzelitems konnten signifikante Unterschiede zwischen Probanden aus den USA und aus Deutschland nachgewiesen werden (Tabelle 27). In den Items 3 und 11 erreichten die Probanden aus Deutschland signifikant höhere Punktzahlen. Hingegen erzielten im Item 14 die Probanden aus den USA signifikant höhere Scorewerte.

**Tabelle 27:** Für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevante Items mit signifikantem Unterschied zwischen Probanden aus den USA und Deutschland.

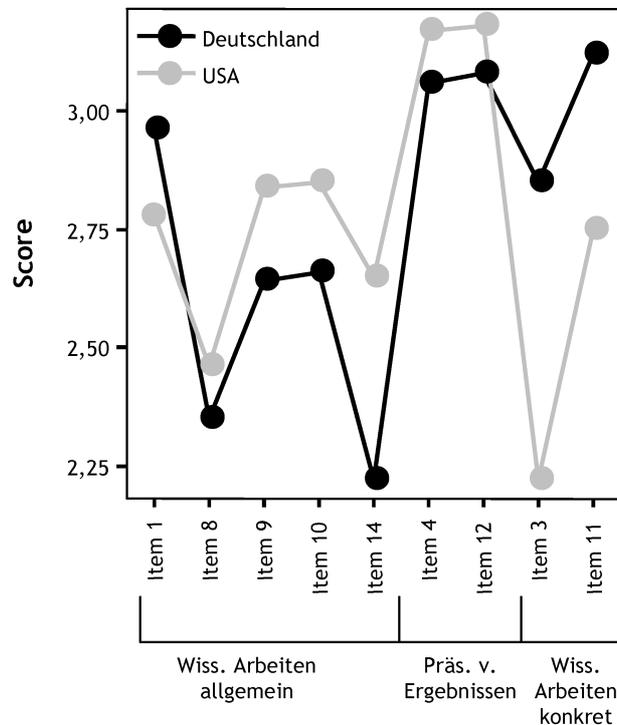
<b>Item 3</b>	Wenn wir in Zukunft selbständig ein Tier wissenschaftlich untersuchen sollten, wüsste ich nicht, wie ich mir bei Schwierigkeiten helfen könnte. / If I had to examine an animal in a scientific way by myself, I would not know what to do if difficulties occurred. TRUE? (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,001^{***}$ )
<b>Item 11</b>	Wenn wir in Bio demnächst Wasserproben untersuchen, traue ich mir nicht zu, die Arbeitsmethoden schnell zu beherrschen. / If we examine samples of water in science class, I do not think I am capable of quickly mastering the skills for the experiment. TRUE? (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,01^{**}$ )
<b>Item 14</b>	Ich schätze mich selbst so ein, dass ich im Vergleich zu meinen Klassenkameraden besonders gute Ideen zur Planung eines Experiments beisteuern kann. / I think that in comparison to my classmates I can contribute very good ideas to the planning of an experiment. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,001^{***}$ )

### Unterschiede auf der Faktorebene

Item 3 und Item 11, in denen die Probanden aus Deutschland hoch bzw. höchst signifikant besser abschnitten, bilden den Faktor 3 „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“. Dieser gesamte Faktor 3 weist bei Überprüfung auf signifikante Unterschiede zwischen deutschen und amerikanischen Probanden ebenso ein Signifikanzniveau von  $p = 0,001^{***}$  auf (Kruskal-Wallis-Test).

Item 14 gehört zum Faktor 1 „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“. In diesem Item erzielten die Probanden aus den USA höchst signifikant bessere Scorewerte. Bei Überprüfung des gesamten Faktors 1 auf signifikante Unterschiede zwischen deutschen und amerikanischen Probanden konnte aber kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Kruskal-Wallis-Test). Dieser Faktor enthält dafür zu viele weitere Items, die nicht signifikant unterschiedlich ausfallen. Insgesamt ist im Antwortverhalten zu beobachten, dass außer bei Item 1 im Faktor 1 „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ sowie im Faktor 2 „Präsentation von Ergebnissen“ durchgängig die Probanden aus den USA höhere Scorewerte erzielten als die Probanden aus

Deutschland, allerdings nicht signifikant. Im Faktor 3 „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“ ist es genau umgekehrt, hierbei schnitten die deutschen Probanden signifikant besser ab (Abbildung 26).



**Abbildung 26:** Durchschnittliche Scores der amerikanischen und deutschen Probanden in den Items der für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevanten Hauptfaktoren. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Einzelwerte mit Linien verbunden.

### 5.1.3. Vergleich der Einstellung zu Schule und Biologieunterricht

#### Unterschiede in der Beantwortung von Einzelitems

Neun von vierzehn Einzelitems wurden signifikant unterschiedlich beantwortet, dies sind die in Tabelle 28 genannten Items. Da mit diesen Einzelitems ein Großteil aller Items in den insgesamt fünf Faktoren abgedeckt wird und innerhalb der Faktoren das Antwortverhalten von deutschen und amerikanischen Probanden jeweils einheitlich ausfiel, wird auf die Qualität der Unterschiede hier nicht im Einzelnen eingegangen. Dazu sei auf die Beschreibung der Unterschiede in den Faktoren verwiesen.

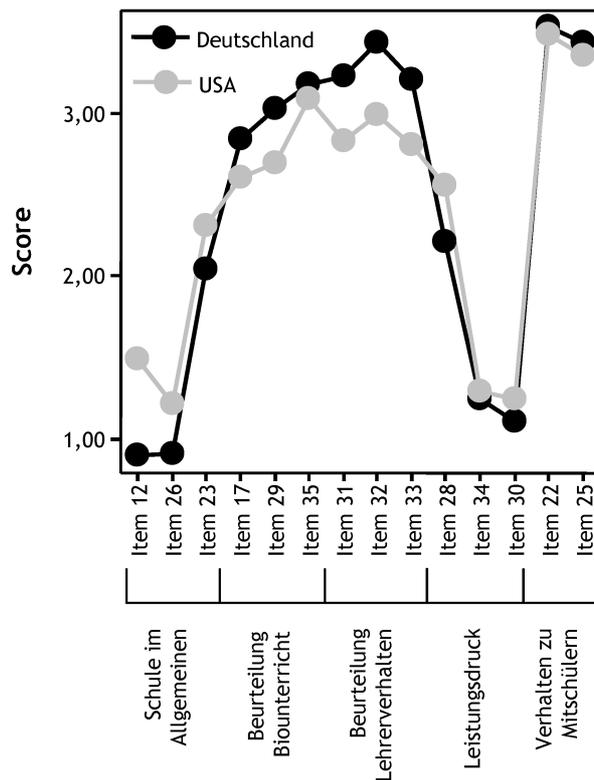
**Tabelle 28:** Einzelitems des Einstellungsfragebogens mit signifikanten Unterschieden zwischen amerikanischen und deutschen Probanden.

<b>Item 24</b>	Ich wünsche mir, dass die Schule abgeschafft wird. / I wish school was done away with. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,001^{***}$ )
<b>Item 26</b>	Schule ist für mich das Letzte. / School is horrible. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,05^*$ )
<b>Item 27</b>	Der Biologieunterricht macht mir Spaß. / Science lessons are fun. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,05^*$ )
<b>Item 28</b>	Der Gedanke an Zensuren belastet mich beim Lernen. / The thought of being graded makes me feel stressed out when I am learning. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,05^*$ )
<b>Item 29</b>	Ich finde den Biologieunterricht interessant. / I find science lessons interesting. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,05^*$ )
<b>Item 31</b>	Mir gefällt es nicht, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer im Unterricht die Meinung der Schülerinnen und Schüler abweist. / I don't like it when our science teacher rejects the students' opinion in class. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,001^{***}$ )
<b>Item 32</b>	Mich stört es, wenn die Biologielehrerin / der Biologielehrer nur ihre/seine Meinung gelten lässt. / I don't like it when the science teacher accepts only his / her own opinion. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,001^{***}$ )
<b>Item 33</b>	Ich finde es schrecklich, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer uns herumkommandiert. / I think it's horrible when our science teacher orders us around. (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,001^{***}$ )

### Unterschiede auf der Faktorebene

Der erste Faktor besteht aus den Items 23, 24 und 26, die unter „Schule im Allgemeinen“ zusammengefasst werden. In den ablehnend formulierten Items erzielten die amerikanischen Schüler höchst signifikant höhere Scorewerte, das bedeutet, dass ihre Ablehnung gegenüber der Schule höchst signifikant stärker war als die der deutschen Probanden (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,001^{***}$ ) (Abbildung 27).

Der zweite Faktor besteht aus den Items 27, 29 und 35, die unter „Beurteilung der didaktisch-methodischen Ausgestaltung des Biologieunterrichtes“ zusammengefasst werden. In den positiv formulierten Items erzielten die deutschen Schüler signifikant höhere Scorewerte, das bedeutet, dass ihre Zufriedenheit gegenüber der didaktisch-methodischen Ausgestaltung des Biologieunterrichtes signifikant stärker war als die der amerikanischen Probanden (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,05^*$ ).



**Abbildung 27:** Durchschnittliche Scores der amerikanischen und deutschen Probanden in den Items der für die Einstellung zu Schule und Biologieunterricht relevanten Hauptfaktoren. Zur besseren Anschaulichkeit wurden die Einzelwerte mit Linien verbunden.

Der dritte Faktor besteht aus den Items 31, 32 und 33, die unter "Biologieunterrichtsbezogenes Lehrerverhalten" zusammengefasst werden. In den ablehnend formulierten Items erzielten die deutschen Schüler höchst signifikant höhere Scorewerte, das bedeutet, dass ihre Ablehnung gegenüber ungerechtem und die Schüler dominierendem Lehrerverhalten höchst signifikant stärker war als die der amerikanischen Probanden (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,001^{***}$ ).

Der vierte Faktor besteht aus den Items 28, 30 und 34, die unter "Empfundener Leistungsdruck" zusammengefasst werden. Die amerikanischen Schüler erzielten mit Tendenz zur Signifikanz durchweg höhere Scorewerte, das bedeutet, dass ihr empfundener Leistungsdruck eher stärker war als der der deutschen Probanden (Kruskal-Wallis-Test:  $p = 0,07$  t.s.).

Schließlich enthält der fünfte Faktor die Items 22 und 25, die das Verhalten gegenüber den Mitschülern betreffen. Weder die Einzelitems noch der gesamte Faktor weisen signifikante Unterschiede zwischen den deutschen und amerikanischen Probanden auf (Kruskal-Wallis-Test).

## 5.2. Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum*

### 5.2.1. Kurzbeschreibung der Lernmodule

#### Das spaßorientierte Lernmodul „*Autumn Harvest*“

Im Vordergrund des Lernmoduls „*Autumn Harvest*“ steht der Spaß der teilnehmenden Schüler. Dieses Lernmodul wird seit etwa 10 Jahren vom Kindergarten bis zur vierten Klasse angeboten und zieht jedes Jahr unvermindert eine große Besucheranzahl an. Thematisch geht es um den Umgang der Ureinwohner des *San Diego County*, dem Volksstamm der *Cumeyai*, mit der Natur. Die Hauptthemen sind dabei einheimische Tiere und Pflanzen, Nahrung und Kunst. Methodisch erfolgt nach einer gemeinsamen Einführung durch die Kursleiterin die Bearbeitung von vier Einzelstationen in Kleingruppen.

Station „Tiere“: An der Station sind zahlreiche Tierpräparate und Felle aufgestellt, die die Schüler nach eigenem Interesse inspizieren und anfassen dürfen. Ein Elternteil stellt anhand von großen Fotos und Texten einheimische Tiere vor, vornehmlich Säugetiere. Anschließend folgt ein Rätselspiel, in dem die Schüler Tierbeschreibungen den richtigen Fotos und Präparaten zuordnen müssen.

Station „Pflanzen“: Auf einem Tisch sind diverse als Nahrung oder zur Fasergewinnung genutzte Pflanzen ausgestellt, zum Beispiel *Lemonade Berry* und *Yucca*. Anhand von Informationskarten mit Fotos erarbeitet ein Elternteil einige typische einheimische Arten mit den Schülern. Die Blattstrukturen einiger dieser Pflanzen werden mit Pauspapier abgepaust. Danach bekommt jeder Schüler ein Stück eines Yuccablattes, das mit Hilfe eines Steins bis auf die inneren Fasern (Leitbündel) abgeschabt wird. So entsteht ein Werkzeug, das von den *Cumeyai* als Kamm oder Pinsel benutzt wurde. Die Schüler probieren diese Funktion aus.

Station „Nahrung“: Als Beispiel für die Nahrungsbeschaffung und -verarbeitung arbeiten die Schüler mit Eicheln. Sie suchen zunächst einige Eicheln aus einem zuvor präparierten Blätterhaufen, zerkleinern sie in originalen Steinmörsern und sieben schließlich die feinen Bestandteile heraus. Von der Kursleiterin wird danach erklärt und gezeigt, wie daraus Eichelmus hergestellt wird. Ein Würfelspiel mit Eicheln wird außerdem von den Schülern ausprobiert.

Station „Kunst“: An dieser Station sind Fotos und Bücher sowie vergrößerte Modelle von Wandmalereien der *Cumayai* ausgestellt, die von einem Elternteil vorgestellt werden. Die Bedeutung einiger Bildelemente wird diskutiert. Mit originalem Lehm und Ton sowie selbst

---

gemachten Yuccapinseln zeichnen die Schüler Bilder auf Papier, die sich an den von den *Cumeyai* verwendeten Bildelementen orientieren.

Die Kurse des Museums werden durchgeführt vom *Environmental Science Education Center*, der im *San Diego Natural History Museum* lokalisiert ist. Bei der internen Beschreibung der Kurse wird jeweils angegeben, welche der vom Staat Kalifornien für Schulen vorgegebenen *Science Content Standards*, die mit unseren Bildungsstandards vergleichbar sind, im Kurs abgedeckt werden. Für den Kurs „*Autumn Harvest*“ sind dies: *Life Sciences*: Kindergarten, Klasse 1 und 3; *Earth Sciences*: Kindergarten, Klasse 2; *Investigation Skills*: Kindergarten und Klasse 1. Diese Zuordnung wurde erst nachträglich vorgenommen, da der Kurs bereits seit 1980 unverändert durchgeführt wird. Der Kurs ist eher auf jüngere Altersstufen zugeschnitten. Die Aktivitäten sind hauptsächlich daran orientiert, dass sie den Schülern Spaß machen. Dies wurde auch bei der Beobachtung der Kurse deutlich. Der Kurs hat eine stark instruktionale Struktur, während auf In-Bezug-Setzung der einzelnen Lerninhalte sowie eine Einordnung in den naturwissenschaftlichen Kontext verzichtet wird. Eigene Ideen der Schüler und selbständiges Denken finden im Kurs kaum Raum, stattdessen werden angeleitete Aktivitäten, Erklärungen im Stil des Frontalunterrichts, Spiele und Rätsel durchgeführt. Fotos von den Probanden bei der Arbeit im Lernmodul „*Autumn Harvest*“ befinden sich im Anhang 11.1.4.

### **Das wissenschaftsorientierte Lernmodul „*School in the Park – Landforms*“**

Das Großprogramm „*School in the Park*“ wird von einer finanzstarken, ortsansässigen Firma (*Price*) gesponsert und bietet für eine spezielle Schule ein klassenübergreifendes Zusatzprogramm im Museums-Park von San Diego. Die *Rosa Parks School* liegt ganz in der Nähe der mexikanischen Grenze und damit in einem sozialen Brennpunkt. „*School in the Park*“ hat sich als Ziel gesetzt, die oft aus bildungsfernen Bevölkerungsgruppen stammenden Kinder an dieser Schule konsequent in die Bildungsprogramme der verschiedenen Museen von San Diego einzubinden. Pro Jahr haben die Klassen 3, 4, 5 und 6 insgesamt fünfmal je eine Woche Unterricht im *San Diego Natural History Museum*, dem *Museum of Man*, dem *Museum of Photographic Arts*, dem *San Diego Zoo* und dem *Museum of Arts*. Eine komplette Woche verbringen die Schüler jeweils in einem der Museen, betreut von zwei Museumspädagogen und zwei Lehrerinnen der eigenen Schule. An fünf aufeinander folgenden Tagen nehmen die Schüler jeweils an einem zweistündigen, von den Museumspädagogen geleiteten Kurs in den einzelnen Museen teil, anschließend halten sie sich unter Aufsicht der begleitenden Lehrpersonen weiter auf dem Museumsgelände auf. Das *Natural History Museum* bietet für die vierten Klassen den Kurs „*Landforms*“ an, der hier genauer beschrieben wird.

Morgens erfolgt zunächst eine etwa zwanzigminütige Einführung bzw. Wiederholung des letzten Tages. Dabei werden Lückentexte und frontales Unterrichtsgespräch eingesetzt. Danach erfolgen Arbeiten zu den Schwerpunkten Vulkane, Plattentektonik, Erosion, Klima und Landschaftstypen der Umgebung. Zu diesen Themenbereichen werden zahlreiche Experimente durchgeführt. Zum Beispiel wird die Sickergeschwindigkeit in verschiedenen Böden verglichen, anhand eines Modells wird Erosion durch Regen demonstriert, mit Bastelgips wird eine physikalische Karte anhand der Höhenlinien in eine Reliefkarte umgesetzt.

Insgesamt ist der Kurs – im Gegensatz zum Kurs „*Autumn Harvest*“ – wie Unterricht strukturiert und enthält eine stark wissenschaftliche Orientierung. Einen großen Stellenwert hat im Kurs die Erarbeitung und Einübung von Fachbegriffen. Außerdem werden fachwissenschaftliche Methoden erklärt – wo möglich auch mit Bezug zu den wissenschaftlichen Arbeiten des Museums selbst. Teilweise werden fachwissenschaftliche Methoden von den Schülern selbst angewendet. Auch auf die in den USA bereits in der Grundschule eingeführte Methodik des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs (*Scientific Method*) wird immer wieder rekuriert. Es sei angemerkt, dass die Experimente allerdings stets unter starker instruktionaler Anleitung erfolgen. Das eigene Entwickeln von Experimenten und Lösungsstrategien anhand eigener Ideen ist so gut wie gar nicht in den Unterricht integriert. Starke Kontrolle und Anleitung schlagen sich unter anderem in einer auffallend niedrigen Klassenlautstärke nieder. Wiederholung und Aufbereitung von Ergebnissen und Interpretationen erfolgen regelmäßig, Beobachtungen und Ergebnisse werden großteils schriftlich fixiert. Auch diesem Kurs werden vom *Environmental Science Education Center* die *California Science Content Standards* zugeordnet, die die Bereiche *Life Sciences*, *Earth Sciences* und *Investigation Skills* für die Klassen 4, 5 und 6 abdecken. Im Vergleich zum Kurs „*Autumn Harvest*“ sind die im Kurs vertretenen *Science Content Standards* damit auf eine ältere Klientel zugeschnitten. Fotos von den Probanden bei der Arbeit im Lernmodul „*School in the Park*“ befinden sich im Anhang 11.1.5.

### **5.2.2. Effekte der beiden Lernmodule auf motivationale Parameter**

Anhand der Antworten im Fragebogen wurde untersucht, ob die beiden Lernmodule Effekte auf das Fähigkeitsselbstkonzept, die Interessiertheit und die Einstellung der Probanden hatten. Zunächst wurde dabei nicht nach weiteren Kriterien differenziert. Jeweils vor und nach dem jeweiligen Kurs wurde eine zufällig gebildete, gleichgroße Gruppe der Probanden befragt. Als Effekt wird also der Unterschied zwischen den Antworten vor und nach dem jeweiligen Kurs

betrachtet. Das Antwortverhalten vor und nach den Lernmodulen geht im Einzelnen aus der Tabelle 29 hervor. In der darauf folgenden Tabelle 30 sind die signifikanten Effekte gesondert und in veranschaulicht Form dargestellt.

**Tabelle 29:** Durchschnittliche Scores in allen Items vor und nach den Lernmodulen „Autumn Harvest“ und „School in the Park“. Signifikant unterschiedliche Messungen vor und nach dem Kurs sind hervorgehoben. Der Wortlaut aller Items kann in den Tabellen 14 - 16 nachgeschlagen werden.

		„Autumn Harvest“		„School in the Park“	
		vor dem Kurs	nach dem Kurs	vor dem Kurs	nach dem Kurs
<b>Selbstkonzept</b>	Item 1	2,58	2,39	2,38	2,38
	Item 3	2,50	2,47	2,44	2,68
	Item 5	3,19	3,27	<b>3,06</b>	<b>3,49</b>
	Item 7	2,83	2,69	2,64	2,70
	Item 8	1,50	1,59	1,84	1,90
	Item 10	2,87	2,64	2,61	2,89
	Item 12	2,79	2,73	2,57	2,73
	Item 14	2,54	2,48	2,65	2,53
	Item 16	2,77	2,70	2,98	2,84
	Item 18	3,05	3,11	3,09	3,15
	Item 21	<b>2,93</b>	<b>2,69</b>	2,61	2,84
	Item 23	2,12	2,05	2,09	2,01
	Item 26	2,68	2,63	2,62	2,58
	Item 28	2,41	2,27	2,45	2,33
<b>Interessiertheit</b>	Item 4	3,23	3,08	3,23	3,33
	Item 17	3,33	3,36	<b>3,51</b>	<b>3,23</b>
	Item 27	<b>3,08</b>	<b>3,47</b>	3,29	3,53
	Item 29	3,35	3,27	3,40	3,30
<b>Einstellung</b>	Item 2	3,37	3,34	3,42	3,43
	Item 6	<b>2,58</b>	<b>3,06</b>	<b>2,63</b>	<b>3,05</b>
	Item 9	<b>3,61</b>	<b>3,25</b>	3,57	3,56
	Item 11	2,08	2,18	2,24	2,15
	Item 13	3,36	3,35	3,54	3,43
	Item 15	0,79	0,64	0,95	0,62
	Item 19	2,27	2,56	2,63	2,51
	Item 20	3,33	3,21	3,33	3,54
	Item 22	3,06	3,02	3,05	3,14
	Item 24	2,01	2,02	<b>2,12</b>	<b>1,70</b>
	Item 25	3,50	3,42	<b>3,76</b>	<b>3,55</b>

**Tabelle 30:** Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten vor und nach den Lernmodulen „Autumn Harvest“ (spaßorientiert) und „School in the Park“ (wissenschaftsorientiert). Aufsteigender Pfeil = nach dem Lernmodul höherer Score, absteigender Pfeil = nach dem Lernmodul niedrigerer Score. Die Effektstärke ist durch das Signifikanzniveau angegeben: \*\*\* –  $p = 0,001$  (höchst signifikant), \*\* --  $p = 0,01$  (hoch signifikant), \* –  $p = 0,05$  (signifikant), t.s. --  $p = 0,07$  (Tendenz zur Signifikanz).

		„Autumn Harvest“	„School in the Park“
<b>Selbstkonzept</b>	Item 5: Even if a new teacher doubts my skills, I know I am actually able to achieve good results.		*** 
	Item 21: In a group, I always have several ideas how to work out a problem.	t.s. 	
<b>Interessiertheit</b>	Item 17: I'd like to know more about the topic "Animals' adaptations to their environment" very much.		** 
	Item 27: The topic of today's class is very interesting.	*** 	
<b>Einstellung</b>	Item 6: I think it is dumb when boys kid girls and girls kid boys.	* 	** 
	Item 9: I think learning is fun.	* 	
	Item 24: Science is dumb when my science teacher just talks and talks.		* 
	Item 25: To me it is important that I learn a lot in science class.		** 

In der Kategorie „Selbstkonzept“ wurde jeweils ein Item in beiden Lernmodulen beeinflusst. Diese Items beziehen sich auf das Selbstvertrauen bei wissenschaftlichen Arbeitsmethoden. In „Autumn Harvest“ war die Beeinflussung in Item 21, das das Lösen von Problemen bei einer Gruppenarbeit betrifft, tendenziell negativ. Währenddessen wurden im Lernmodul „School in the Park“ in Item 5 nach dem Kurs höchst signifikant höhere Werte erzielt. Dieses Item 5 bezieht sich auf das Selbstvertrauen in die eigene Leistung im Biologieunterricht auch gegen den Widerstand eines die eigene Leistung anzweifelnden Lehrers.

Hinsichtlich der Interessiertheit ist die Beeinflussung genau umgekehrt, in „Autumn Harvest“ zeigt das Antwortverhalten der Probanden in Item 27 eine höchst signifikante Steigerung der Interessiertheit an der Thematik des Kurses durch den Kurs. In „School in the Park“ wurde ein interessebezogenes Item hoch signifikant negativ beeinflusst, und zwar das Item 17, das das Interesse am Thema „Angepasstheit von Tieren an ihren Lebensraum“ betrifft. In der Kategorie „Einstellung“ wurde in beiden Kursen das Item 6, das sich auf die Beurteilung von Ärgereien

---

zwischen Jungen und Mädchen bezieht, signifikant bzw. hoch signifikant beeinflusst. In beiden Kursen war nach dem Kurs die Ablehnung der Ärgereien größer als vorher. Ebenso zur Kategorie „Einstellung“ gehört Item 9, das die eigene Lernfreude betrifft. Nach dem spaßorientierten Kurs „*Autumn Harvest*“ lagen die Scorewerte der Probanden in diesem Item signifikant niedriger als vor dem Kurs. Schließlich wird im Lernmodul „*School in the Park*“ durch das Antwortverhalten des Items 24 belegt, dass die Schüler nach dem Kurs eine geringere Ablehnung gegenüber einem Lehrermonolog zeigten als vor dem Kurs. Die Bedeutung, die dem eigenen Lernen in den naturwissenschaftlichen Fächern beigemessen wird (Item 25), war nach dem Lernmodul „*School in the Park*“ niedriger als zu Beginn des Kurses. Dieser Effekt ist hoch signifikant.

### **5.2.3. Effekte der Lernmodule auf motivationale Parameter bei weiblichen und männlichen Probanden**

Zur weiteren Differenzierung wurden die Probandengruppen in einer weiteren Analyse anhand ihres Geschlechts aufgeschlüsselt. Es wurde überprüft, ob die Lernmodule „*Autumn Harvest*“ und „*School in the Park*“ jeweils unterschiedliche Effekte auf weibliche und männliche Probanden zeigen. Auch eine Differenzierung nach dem Einstellungstyp wäre denkbar, das Instrument zur Bestimmung des Einstellungstyps ist jedoch noch nicht auf internationale Übertragbarkeit überprüft worden, so dass hierauf verzichtet wurde.

#### **Effekte des spaßorientierten Lernmoduls „*Autumn Harvest*“ auf motivationale Parameter bei weiblichen und männlichen Probanden**

Eine Vielzahl von Items wurde von Mädchen und Jungen unterschiedlich beantwortet. Aus Tabelle 31 geht das Antwortverhalten vor und nach dem Kurs „*Autumn Harvest*“ im Einzelnen hervor. In der darauf folgenden Tabelle 32 sind die signifikanten Effekte gesondert und in veranschaulichter Form dargestellt.

**Tabelle 31:** Durchschnittliche Scores in allen Items von weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem spaßorientierten Lernmodul „Autumn Harvest“. Signifikant unterschiedliche Messungen vor und nach dem Kurs sind hervorgehoben. Der Wortlaut aller Items kann in den Tabellen 14 - 16 nachgeschlagen werden.

		Weibliche Probanden		Männliche Probanden	
		vor „Autumn Harvest“	nach „Autumn Harvest“	vor „Autumn Harvest“	nach „Autumn Harvest“
<b>Selbstkonzept</b>	Item 1	<b>2,63</b>	<b>2,33</b>	2,54	2,46
	Item 3	2,65	2,37	2,37	2,56
	Item 5	3,35	3,35	3,07	3,19
	Item 7	<b>3,14</b>	<b>2,56</b>	2,58	2,80
	Item 8	1,64	1,60	1,39	1,57
	Item 10	<b>3,07</b>	<b>2,63</b>	2,72	2,66
	Item 12	2,91	2,90	2,69	2,57
	Item 14	<b>2,53</b>	<b>2,18</b>	2,56	2,77
	Item 16	2,68	2,68	2,84	2,72
	Item 18	3,12	2,91	2,99	3,29
	Item 21	<b>3,12</b>	<b>2,79</b>	2,77	2,59
	Item 23	2,27	1,99	2,00	2,11
	Item 26	2,77	2,72	2,61	2,55
	Item 28	2,44	2,29	2,40	2,26
<b>Interessiertheit</b>	Item 4	3,21	3,00	3,24	3,15
	Item 17	3,49	3,51	3,21	3,23
	Item 27	3,31	3,51	<b>2,90</b>	<b>3,43</b>
	Item 29	3,22	3,32	3,45	3,22
<b>Einstellung</b>	Item 2	3,52	3,56	3,24	3,14
	Item 6	2,96	3,12	<b>2,28</b>	<b>3,00</b>
	Item 9	3,69	3,58	<b>3,55</b>	<b>2,97</b>
	Item 11	2,03	1,82	2,13	2,54
	Item 13	3,60	3,51	3,18	3,20
	Item 15	0,78	0,43	0,80	0,85
	Item 19	2,35	2,43	<b>2,20</b>	<b>2,67</b>
	Item 20	3,28	3,22	3,37	3,19
	Item 22	3,17	3,18	2,98	2,87
	Item 24	1,87	1,87	2,12	2,18
	Item 25	3,56	3,39	3,45	3,44

**Tabelle 32:** Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem spaßorientierten Lernmodul „Autumn Harvest“. Aufsteigender Pfeil = nach dem Lernmodul höherer Score, absteigender Pfeil = nach dem Lernmodul niedrigerer Score. Die Effektstärke ist durch das Signifikanzniveau angegeben: \*\*\* –  $p = 0,001$  (höchst signifikant), \*\* –  $p = 0,01$  (hoch signifikant), \* –  $p = 0,05$  (signifikant), t.s. –  $p = 0,07$  (Tendenz zur Signifikanz). Ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zwischen den beiden Geschlechtern ist durch weiße Pfeile markiert.

		Weibliche Probanden	Männliche Probanden
<b>Selbstkonzept</b>	Item 1: If I do an experiment by myself, I will know what to do.	* 	
	Item 7: In my science class I can organize information easily.	* 	
	Item 10: I think I could plan an experiment.	* 	
	Item 14: „Spiders are able to climb walls vertically. Investigate scientifically, how these animals are adapted to their environment and present your results!“ – After I read this task, I knew immediately which step I would take first.	* 	
	Item 21: In a group, I always have several ideas how to work out a problem	t.s. 	
<b>Interessiertheit</b>	Item 27: The topic of today's class is very interesting.		*** 
<b>Einstellung</b>	Item 6: I think it is dumb when boys kid girls and girls kid boys.		* 
	Item 9: I think learning is fun.		** 
	Item 19: I get annoyed by working on the same topic for a long time in science class.		t.s. 

Während in der zuvor beschriebenen Gesamtanalyse hinsichtlich des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen nur das Item 21 deutliche Effekte aufweist, stellt sich das Bild bei der Aufschlüsselung nach Geschlecht anders dar. Bei der geschlechtsspezifischen Analyse sind es in der Kategorie „Selbstkonzept“ insgesamt fünf Items, auf die das Lernmodul bei den weiblichen Probanden signifikante Auswirkungen hatte. In allen fünf Items liegen die erreichten Scorewerte der Mädchen nach dem Kurs „Autumn Harvest“ niedriger als vor dem Kurs. Die Items beziehen sich sämtlich auf das eigene Zutrauen zum Bearbeiten von wissenschaftsorientierten Aufgaben (selbständig ein Experiment durchführen, Probleme bei einer Gruppenarbeit lösen, Informationen ordnen, ein Experiment planen, eine komplexe Aufgabe umsetzen). In zwei von diesen Items war das Antwortverhalten der Jungen signifikant unterschiedlich zu dem der

Mädchen, und zwar hinsichtlich des Ordners von Informationen (Item 7) und des Lösen einer komplexen Aufgabe (Item 14). In diesen beiden Items waren die Scorewerte der Jungen nach dem Kurs höher – wenn auch nicht signifikant höher – als vor dem Kurs.

In der Kategorie „Interessiertheit“ wurden in einem Item (Item 27) von den Jungen nach dem Kurs höchst signifikant höhere Werte erzielt als vorher. Dies ist bei den Mädchen nicht der Fall, bei ihnen ist in keinem der interesserelevanten Items eine signifikante Änderung der Scorewerte zu beobachten.

In der Kategorie „Einstellung“ erreichten die Jungen in drei Items deutlich unterschiedliche Scorewerte vor bzw. nach dem Kurs. Item 6, das die Ablehnung von Ärgereien zwischen Jungen und Mädchen ausdrückt, wurde nach dem Kurs mit signifikant höheren Punkten belegt. Die Ablehnung von Ärgereien war also bei den Jungen nach dem Kurs stärker als vorher. Bei den Mädchen zeigt sich dieser Effekt nicht, bei ihnen lag der Wert vor dem Kurs bereits fast ebenso hoch, wie bei den Jungen nach dem Kurs (vgl. Tabelle 31). In Item 9, das die Freude am Lernen allgemein bezeichnet, erzielten die Jungen nach dem Kurs hoch signifikant niedrigere Punktzahlen als vorher. Sie sagten also über sich selbst aus, dass ihre Lernfreude nicht sehr hoch war. Die Mädchen hingegen zeigen ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten in diesem Item, sie bewerteten ihre Lernfreude nach dem Kurs höher als vor dem Kurs, auch wenn dieser Unterschied nicht signifikant nachweisbar ist. Innerhalb der Kategorie „Einstellung“ zeigt ebenso das Item 19 Tendenz zur Signifikanz bei den Jungen. Es bezieht sich auf langfristiges Arbeiten an ein und demselben Thema, das von den Jungen nach dem Kurs stärker abgelehnt wurde als vor dem Kurs.

### **Effekte des wissenschaftsorientierten Lernmoduls „*School in the Park*“ auf motivationale Parameter bei weiblichen und männlichen Probanden**

Auch innerhalb des Kurses „*School in the Park*“ wurde das Antwortverhalten auf Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Probanden geprüft. Das Antwortverhalten im Einzelnen geht aus Tabelle 33 hervor. In der darauf folgenden Tabelle 34 sind die signifikanten Effekte gesondert und in veranschaulichteter Form dargestellt.

**Tabelle 33:** Durchschnittliche Scores in allen Items von weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem wissenschaftsorientierten Lernmodul „*School in the Park*“. Signifikant unterschiedliche Messungen vor und nach dem Kurs sind hervorgehoben. Der Wortlaut aller Items kann in den Tabellen 14 - 16 nachgeschlagen werden.

		Weibliche Probanden		Männliche Probanden	
		vor „ <i>School in the Park</i> “	nach „ <i>School in the Park</i> “	vor „ <i>School in the Park</i> “	nach „ <i>School in the Park</i> “
<b>Selbstkonzept</b>	Item 1	2,32	2,45	2,44	2,28
	Item 3	2,44	2,78	2,43	2,54
	Item 5	<b>3,19</b>	<b>3,55</b>	<b>2,93</b>	<b>3,42</b>
	Item 7	2,54	2,75	2,73	2,64
	Item 8	1,87	1,94	1,81	1,86
	Item 10	<b>2,43</b>	<b>3,13</b>	2,80	2,57
	Item 12	2,69	2,74	2,46	2,72
	Item 14	2,47	2,58	<b>2,83</b>	<b>2,46</b>
	Item 16	2,81	2,79	3,13	2,91
	Item 18	3,16	3,18	3,02	3,12
	Item 21	2,64	2,92	2,58	2,72
	Item 23	1,96	2,14	<b>2,22</b>	<b>1,83</b>
	Item 26	2,65	2,63	2,59	2,53
Item 28	2,35	2,45	<b>2,55</b>	<b>2,17</b>	
<b>Interessiertheit</b>	Item 4	3,22	3,35	3,23	3,30
	Item 17	<b>3,58</b>	<b>3,27</b>	<b>3,44</b>	<b>3,18</b>
	Item 27	3,33	3,52	3,25	3,54
	Item 29	3,47	3,38	3,33	3,18
<b>Einstellung</b>	Item 2	3,57	3,53	3,28	3,32
	Item 6	<b>2,78</b>	<b>3,25</b>	2,49	2,78
	Item 9	3,66	3,60	3,48	3,51
	Item 11	2,26	2,21	2,22	2,08
	Item 13	3,73	3,57	3,35	3,25
	Item 15	0,50	0,64	<b>1,37</b>	<b>0,59</b>
	Item 19	2,55	2,39	2,70	2,66
	Item 20	3,28	3,51	3,37	3,59
	Item 22	3,12	3,23	2,98	3,03
	Item 24	2,06	1,64	2,18	1,79
	Item 25	3,72	3,57	<b>3,80</b>	<b>3,51</b>

**Tabelle 34:** Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem wissenschaftsorientierten Lernmodul „*School in the Park*“. Aufsteigender Pfeil = nach dem Lernmodul höherer Score, absteigender Pfeil = nach dem Lernmodul niedrigerer Score. Die Effektstärke ist durch das Signifikanzniveau angegeben: \*\*\* –  $p=0,001$  (höchst signifikant), \*\* --  $p=0,01$  (hoch signifikant), \* –  $p=0,05$  (signifikant), t.s. --  $p=0,07$  (Tendenz zur Signifikanz). Ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zwischen den beiden Geschlechtern ist durch weiße Pfeile markiert.

Kategorie		Weibliche Probanden	Männliche Probanden
<b>Selbstkonzept</b>	Item 5: Even if a new teacher doubts my skills, I know I am actually able to achieve good results.	* 	* 
	Item 10: I think I could plan an experiment.	* 	
	Item 14: „Spiders are able to climb walls vertically. Investigate scientifically, how these animals are adapted to their environment and present your results!“ – After I read this task, I knew immediately which step I would take first.		t.s. 
	Item 23: I can explain the steps in the <i>scientific method</i> .		* 
	Item 28: If I were asked to test the quality of water, I would be able to quickly master the skills for the experiment.		* 
<b>Interessiertheit</b>	Item 17: I'd like to know more about the topic "Animals' adaptations to their environment" very much.	* 	* 
<b>Einstellung</b>	Item 6: I think it is dumb when boys kid girls and girls kid boys.	** 	
	Item 15: I like to kid other students.	t.s. 	** 
	Item 25: To me it is important that I learn a lot in science class.		** 

In der Kategorie „Selbstkonzept“ lagen die Scorewerte der Mädchen in zwei Items nach dem Kurs signifikant höher als vor dem Kurs. Dies ist erstens in Item 5 der Fall, das sich auf das Zutrauen in die eigene Leistung entgegen der Lehrererwartung bezieht. Auch die Jungen erreichten in diesem Item nach dem Kurs einen signifikant höheren Score. Zweitens lag der durchschnittliche Scorewert der Mädchen in Item 10 nach dem Kurs höher, das das Zutrauen in die eigene Fähigkeit bezeichnet, ein Experiment zu planen. Das Antwortverhalten der Jungen war in diesem Item signifikant gegenläufig, sie trauten sich das Planen eines Experiments nach dem Kurs weniger zu als vorher. Für die männlichen Probanden konnten außerdem in drei weiteren Items signifikante Unterschiede bei der Beantwortung vor und nach dem Kurs

---

aufgedeckt werden, und zwar in allen drei Fällen eine negative Beeinflussung durch den Kurs. Dies ist zunächst in Item 23 der Fall, das die Fähigkeit zur Erklärung des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs betrifft. Die Jungen trauten sich das Erklären nach dem Kurs signifikant weniger zu als vorher. Interessant ist, dass bei den Mädchen ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zu beobachten ist, auch wenn ihre Scoreunterschiede vor und nach dem Kurs nicht signifikant divergieren. Mädchen erzielten in Item 23 im Gegensatz zu den Jungen nach dem Kurs eher eine höhere Punktzahl als vorher. Weitere Items in der Kategorie „Selbstkonzept“, in denen bei den Jungen nach dem Kurs eine Verminderung der Punktzahl zu verzeichnen war, sind Item 14 und 28. Item 14 betrifft das Verständnis einer komplexen, wissenschaftsorientierten Aufgabenstellung, Item 28 betrifft das Zutrauen in die eigene Auffassungsgabe beim Testen von Wasserproben.

In der Kategorie „Interessiertheit“ wurden in Item 17, das die Interessiertheit an der Thematik „Angepasstheit von Tieren an ihren Lebensraum“ ausdrückt, sowohl von Mädchen als auch von Jungen nach dem Kurs signifikant weniger Punkte erzielt als vor dem Kurs. Die Interessiertheit war offensichtlich nachher niedriger.

In der Kategorie „Einstellung“ wurden von den Mädchen in Item 6 hoch signifikant mehr Punkte nach dem Kurs erzielt. Dies belegt ihre gestiegene Ablehnung gegenüber Ärgereien zwischen Jungen und Mädchen. Von den Jungen wurde das ähnlich gelagerte Item 15 vor und nach dem Kurs hoch signifikant anders beantwortet. Dies zeigt, dass sie nach dem Kurs weniger Interesse am Ärgern der Mitschüler hatten als vorher. Auffallend ist, dass die Mädchen nicht nur signifikant gegenläufig antworteten, sondern nach dem Kurs sogar eine höhere Bereitschaft zum Ärgern der Mitschüler besaßen, die Tendenz zu Signifikanz zeigt. In Item 25 schließlich erzielten die Jungen nach dem Kurs hoch signifikant weniger Punkte als vor dem Kurs. Dies zeigt, dass die Schüler dem eigenen Lernzuwachs im Biologieunterricht nach dem Kurs weniger Bedeutung beimmaßen als vorher.

## 6. Diskussion

### 6.1. Methodendiskussion und Bedeutung der Ergebnisse

#### 6.1.1. Methodendiskussion und Bedeutung der Ergebnisse aus der Hauptstudie

Die Studie wurde am außerschulischen Lernort Museum durchgeführt, die Lernmodule beinhalteten dabei Inhalte und Methoden, die auch im regulären Schulunterricht angewendet werden können. Die Ergebnisse lassen sich zwar nicht direkt auf die Situation im regulären Fachunterricht übertragen, die unterrichtsähnliche Gestaltung der Lernmodule lässt aber doch auf ähnliche Effekte auch im Schulunterricht schließen. Zu berücksichtigen ist dabei der Kontextbezug, der sich aus dem außerschulischen Lernort ergibt. Eine generelle Beeinflussung von Aspekten, die für die Motivation relevant sind (z.B. Interessiertheit, Lernfreude), war zu erwarten und konnte im Fall der Interessiertheit an Thematik und Methodik mit signifikanten Werten nachgewiesen werden. Dieser Kontextbezug ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten.

Mit der für die vorliegende Arbeit entwickelten Skala zur Erfassung des „Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen“ liegt ein neues, für die Altersstufe der neunten Jahrgangsstufe statistisch gut abgesichertes und praxiserprobtes Instrument vor. Es kann bei weiteren Studien ohne weiteres sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Kontext eingesetzt werden.

Die Analysen zu den einzelnen Parametern „Interessiertheit“, „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ und „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ wurden sowohl für die Gesamtskalen als auch für Unterfaktoren und Einzelitems durchgeführt. Selbst wenn in manchen Fällen die Effekte auf der Gesamtskala erwartungsgemäß nach der singulären Intervention nicht signifikant waren, ließen sich auf der Faktorebene bzw. auf der Ebene der Einzelitems Effekte aufdecken. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass durch die Intervention bereits für die jeweiligen motivationalen Parameter relevante Aspekte beeinflusst wurden. Bei einer längerfristigen und regelmäßigen, ähnlichen Intervention sind daher auch statistisch signifikante Effekte auf die in der Gesamtskala erfassten, komplexen Parameter zu erwarten.

Die Stichprobe in der Hauptstudie umfasst 476 Schüler aus insgesamt 11 verschiedenen Gymnasien im Köln-Bonner Raum. Darunter sind sowohl ländliche als auch städtische Schulen. Weil nicht jeder einzelne Proband sondern die jeweilige Klasse und Schule zufällig ausgewählt wurden, spricht man in einem solchen Fall von einer geklumpten Stichprobe. Dies bereitet aber

---

für die vorgenommenen Analysen keine Einschränkung. Für fast alle Auswertungen war die Stichprobengröße ausreichend groß, um statistisch repräsentative Aussagen zu ermöglichen. Allerdings ergab sich nach der Auftrennung der Gesamtgruppe anhand ihres Einstellungstyps eine Anzahl von unter zwanzig Probanden in jeder Versuchsgruppe, die dem „Zielorientierten Leistungs-Typ“ angehörten. Für statistisch aussagekräftige Analysen wird aber eine Probandenanzahl von mindestens zwanzig Probanden in jeder Untergruppe empfohlen. Bei Interpretationen, die Probanden dieses Einstellungstyps betreffen, ist dies zu berücksichtigen und an entsprechender Stelle im Text angemerkt.

Die Analysen ohne weitere Differenzierung der Probanden in Untergruppen sowie die Analysen mit geschlechtsspezifischer Aufschlüsselung zeigen aber ähnliche Muster wie die Analysen mit Aufschlüsselung nach Einstellungstyp. Zum Beispiel lässt sich die durchweg positivere Wirkung des Lernmoduls A ohne initiierte Metakognition hinsichtlich der Interessiertheit und des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen für alle Probanden nachweisen. Trotz der eingeschränkt interpretierbaren statistischen Signifikanz beim „Zielorientierten Leistungs-Typ“ geben die nach Einstellungstypen aufgeschlüsselten Daten daher Einblick, welche Schüler tendenziell besonders profitierten bzw. weniger von der initiierten Metakognition beeinflusst wurden.

### **6.1.2. Methodendiskussion und Bedeutung der Ergebnisse aus der internationalen Vergleichsstudie**

Bei der Interpretation der Daten der für die vorliegende Arbeit durchgeführten internationalen Vergleichsstudie ist anzumerken, dass der gezogene Vergleich nicht repräsentativ sein kann. Die befragten Modellgruppen unterscheiden sich, insofern sie aus organisatorischen Gründen in Deutschland aus insgesamt elf verschiedenen Schulen stammten, aber in den USA die vergleichbar große Anzahl von befragten Schülern alle ein und dieselbe Schule besuchten. Diese Schule entspricht wiederum in ihrem Konzept am ehesten einem deutschen Gymnasium, was wiederum für eine bessere Vergleichbarkeit sorgt. Die vorgenommenen Analysen müssen unter dem Aspekt der eingeschränkten Vergleichbarkeit gesehen werden. Dennoch lohnt sich die Analyse der Daten, weil sie trotz der Einschränkungen Ansätze zur Interpretation liefert. Für nachfolgende Studien können die hierdurch gewonnenen Ergebnisse als Basis dienen und ein Anreiz zur Forschung im größeren Rahmen sein.

### **6.1.3. Methodendiskussion und Bedeutung der Ergebnisse aus der Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum***

Die Stichprobengröße bei der Evaluation zweier Lernmodule im *San Diego Natural History Museum* war sehr hoch und erfordert keine Einschränkungen bei den statistischen Analysen. Im Kurs „*Autumn Harvest*“ war zudem eine große Bandbreite der umliegenden Grundschulen vertreten, die stark nach Stadtteil und Klientel variierten. Der Kurs „*School in the Park*“ hingegen wurde ausschließlich mit Schülern aus der gleichen Schule durchgeführt. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse ist dadurch eingeschränkt, doch können die Resultate zumindest als Hinweise für Effekte verstanden werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist außerdem zu beachten, dass der spaßorientierte Kurs „*Autumn Harvest*“ ein zweistündiges Programm war, während das Programm „*School in the Park*“ fünf jeweils zweistündige Einheiten abdeckte. Ein Anteil der gemessenen Effektstärke ist möglicherweise hierauf zurückzuführen.

---

## **6.2. Reflektieren und Lernen – Initiierte Metakognition und ihre Auswirkungen auf Interessiertheit und langfristigen Lernerfolg**

Essentielles Unterrichtsziel ist neben der Vermittlung von Fachwissen und Kompetenzen das Erwecken und Fördern fachrelevanter Interessen (SCHIEFELE et al. 1983; KRAPP 1992a, b; SPITZER 2002). Dies war ebenso eines der Hauptziele im Lernmodul „Gut Zu Fuß – Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“, das für die vorliegende Studie entwickelt wurde. Zentral war dabei nicht nur die Frage, ob und in welchem Maße Interessiertheit an Thematik und Methodik bei den Schülern vorlag, sondern auch ob die initiierte Metakognition, die eine der Versionen des Lernmoduls kennzeichnete, die Interessiertheit beeinflusste. Besonders im Zusammenhang mit der Analyse zum langfristigen Lernerfolg konnten zu dieser Fragestellung aufschlussreiche Ergebnisse gewonnen werden.

### **6.2.1. Niedrige Interessiertheit aber guter Lernerfolg**

Insgesamt sind die Effekte sowohl im Parameter „Interessiertheit“ als auch im Parameter „Langfristiger Lernerfolg“ vor allem bei den Schülern des Zielorientierten Leistungs-Typs statistisch messbar, wobei gerade dieser Einstellungstyp von einer relativ geringen absoluten Probandenanzahl vertreten wurde. Dies relativiert die Aussagekraft der statistischen Analysen, beobachtbar sind aber Tendenzen, die als Basis dienen und ein Anreiz zur weiteren Forschung sein können.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass insgesamt die Interessiertheit der Probanden im Lernmodul ohne initiierte Metakognition signifikant höher lag als im Lernmodul mit initiiertem Metakognition. Die zuvor aufgestellte Hypothese muss also falsifiziert werden, da der genau gegenteilige Effekt auftrat als erwartet, vor allem bei den Schülern des Zielorientierten Leistungs-Typs. Ansatzweise lässt sich dieser Effekt auch aus den Ergebnissen für den Gelangweilten Typ ersehen, wobei die Daten aber keine signifikanten Ergebnisse liefern. Für die Schüler des Lernfreude-Typs hatten die verschiedenen Versionen des Lernmoduls keine Auswirkung auf die Interessiertheit. Ihre Lernfreude war so ausgeprägt, dass die zusätzliche Bearbeitung der Aufgaben zur Anregung der Metakognition keinen Effekt zeigte.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Studie in einem außerschulischen Lernumfeld stattfand. Der Kontextbezug überdeckt hier möglicherweise einige Auswirkungen der initiierten Metakognition, da das Interesse ohnehin relativ hoch lag. Dies zeigt sich auch bei der Erfassung

der Einstellungstypen, bei denen der frustrierte Einstellungstyp bei keinem einzigen Schüler auftrat. Der Kontextbezug hebt möglicherweise das Frustriert-Sein auf. Der gemessene Gesamteffekt, dass die Interessiertheit der Probanden im Lernmodul ohne initiierte Metakognition signifikant höher lag als im Lernmodul mit initiiertes Metakognition, beruht statistisch auf der Probandengruppe, die dem Zielorientierten Leistungs-Typ angehörte. Für die Schüler, die den anderen beiden Einstellungstypen angehörten, lässt sich kein statistisch signifikanter Effekt nachweisen. Möglicherweise waren für sie aufgrund ihrer ohnehin großen Lernfreude bzw. aufgrund ihrer generellen Indifferenz (beim Gelingweilten Typ) beide Versionen des Lernmoduls nahezu gleich interessant. Oder aber ihr Interesse an Thematik und Methodik wurde noch nicht befriedigt, so dass ein potenzieller Spielraum der Interessiertheits-Scorewerte nach oben noch nicht ausgeschöpft wurde.

Während der Kontextbezug bei den Schülern des Lernfreude-Typs und des Gelingweilten Typs vermutlich mit zu der ausgeglichen hohen Interessiertheit beitrug, weil maßgeblichen Bedürfnissen der jeweiligen Schüler entsprochen wurde, waren die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs durch den außerschulischen Kontext wenig beeinflusst. Bei ihnen war ein starker Unterschied zwischen dem Grad der Interessiertheit in den beiden Versionen des Lernmoduls zu messen, und zwar ein signifikant niedrigerer Wert im Lernmodul mit initiiertes Metakognition. Dabei wurde dies durch eine gesenkte Interessiertheit an der Thematik bedingt, die Interessiertheit an der Methodik blieb ohne Einfluss. Obwohl also die Methodik für alle Schüler weitgehend interessant blieb, hatten die metakognitiven Phasen den deutlichen Effekt, dass die Interessiertheit an der Thematik sank. Dies wird durch die Analyse der nach Geschlecht aufgeschlüsselten Effekte bestätigt. Die Interessiertheit an der Thematik „Angepasstheit von Tieren an ihren Lebensraum“ wurde bei den Jungen durch beide Versionen des Lernmoduls signifikant bis hoch signifikant gesenkt. Mit Tendenz zur Signifikanz war sie auch bei den Mädchen im Lernmodul mit initiiertes Metakognition niedriger. Die Interessiertheit am konkreten Thema des Lernmoduls war bei den Mädchen nach dem Lernmodul ohne initiiertes Metakognition hingegen höher als vor dem Lernmodul. Zusätzlich bedingt die Gruppe der Mädchen neben der Gruppe des Zielorientierten Leistungs-Typs demnach den statistischen Gesamteffekt, dass das Lernmodul ohne initiiertes Metakognition insgesamt eine positivere Bilanz für die Interessiertheit hatte als das Lernmodul mit metakognitiven Phasen. Daraus ergibt sich die folgende Schlussfolgerung: Die Version des Lernmoduls ohne initiiertes Metakognition ist für Mädchen positiv zu beurteilen, da sie deren interesserelevanten Bedürfnissen entsprach, ihre Interessiertheit aber nicht abdeckte, sondern weiter anregte. Für Jungen gilt dies nicht. Ihre interesserelevanten Bedürfnisse wurden vollkommen abgedeckt, so dass ihre Wissbegierde gänzlich befriedigt wurde. Möglicherweise verursachten auch sekundär auf das Interesse

---

wirkende Umstände (wie z.B. Langeweile, Überdross), dass sie vom Thema genug hatten und so ihr Interessiertheitslevel nach beiden Lernmodulen niedriger war als vorher. Besonders die metakognitiven Phasen vermindern offenbar – für beide Geschlechter und für alle drei Einstellungstypen – die Interessiertheit an der Thematik, möglicherweise gerade weil eine inhaltliche Vertiefung stattfand und dadurch die Interessiertheit bzw. Wissbegierde befriedigt aber nicht weiter angeregt wurde.

Bei den Schülern des Zielorientierten Leistungs-Typs ist gleichzeitig mit einem signifikant niedrigeren Interesselevel der langfristige Lernerfolg im Lernmodul mit initiiertem Metakognition signifikant höher als im Lernmodul ohne metakognitive Phasen. Bei den Schülern des Lernfreude-Typs wurde zudem nur nach dem Lernmodul mit metakognitiven Elementen in Einzelfällen sogar beinahe die maximale Punktzahl erreicht. Aber auch insgesamt trat eine positiv zu beurteilende, nivellierende Wirkung auf die Leistungsunterschiede zwischen den einzelnen Schülern ein. Die durchschnittliche Leistung der Schüler ist im Lernmodul mit initiiertem Metakognition für alle Schüler auf einem relativ hohen Niveau. Die zuvor aufgestellte Hypothese, dass der Lernerfolg verbessert wird, kann daher verifiziert werden.

Das Phänomen, dass sehr hohe Scorewerte im Leistungstest einhergehen können mit besonders niedrigen Werten der Interessiertheit, wie es in der vorliegenden Studie für die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs zutrifft, ist in ähnlicher Weise aus anderen Studien bekannt. In einer Studie von SJØBERG (2002) wurde unter anderem die Interessiertheit an bestimmten naturwissenschaftlichen Themen in 21 verschiedenen Ländern weltweit gemessen. Es zeigt sich, dass Japan eine hervorstechende Rolle dabei spielt, denn das Interesse an fast allen Wissenschafts- und Technologie-Themen war niedriger als in allen anderen Ländern. Insbesondere war die Interessiertheit japanischer Schüler an Themenbereichen, die sich auf moderne Fortschritte in der Technologie beziehen, ausnehmend gering – obwohl Japan gerade für hoch entwickelte Technologien von weltweiter Bedeutung ist. Gleichzeitig wird in der Studie herausgestellt, dass Japan in internationalen Erhebungen zur erzielten Schulleistung immer zu den Ländern mit den höchsten Punktzahlen gehört. Topergebnisse im Leistungsscore der naturwissenschaftlichen Fächer und niedrigste Interessenlage an naturwissenschaftlichen Themen treten in den Ländern parallel auf. Eine Möglichkeit der Interpretation wird darin gesehen, dass Themenbereichen, die als hinlänglich bekannt empfunden werden, möglicherweise ein nicht so hohes Interesse entgegengebracht wird.

### 6.2.2. Initiierte Metakognition und Interesse im Unterrichtskontext

Für die Schüler, deren Interessiertheit im Lernmodul mit metakognitiven Reflexionsphasen niedriger war, könnte als weiterer Erklärungsansatz relevant sein, dass die initiierte Metakognition die Schüler aus dem Lernfluss herausriss. Einerseits war gerade dies erwünscht, weil erst dadurch die Betrachtung auf einer Metaebene möglich wurde. Andererseits wirkte dies entgegengesetzt zum *Flow*-Erleben, das meist mit einem völligen Versenken in den Arbeitsprozess einhergeht (CSIKSZENTMIHALYI et al. 2005). Entsprechend ist die Gehirnaktivität in einem Stadium, in dem Schüler „ganz bei der Sache“ sind, erwiesenermaßen anders, als wenn zum Beispiel nach der emotionalen Beteiligung der Person bei dieser Tätigkeit gefragt wird (SPITZER 2002). Eine niedrigere Interessiertheit wurde möglicherweise auch aus diesem Grund durch die Reflexionsphasen bedingt.

Generell können Feedback und kontrollierende Maßnahmen während des Lernens einen ähnlichen Effekt aufweisen. Unabhängig davon, ob sie inhaltlich negativ oder positiv sind, beeinflussen sie die intrinsische Motivation negativ (DECI & RYAN 1993). Im Gegensatz dazu halten Maßnahmen und Rückmeldungen intrinsische Motivationen aufrecht, wenn sie als selbstständigkeitsfördernd erlebt werden (DECI & RYAN 1993). Die benutzten Instrumente zum Initiieren der Metakognition hatten in der vorliegenden Studie eventuell einen zu stark lenkenden Charakter und wurden nicht als selbstständigkeitsfördernd erlebt. Die intrinsische Motivation, die mit Interessiertheit eng zusammenhängt, könnte dadurch beeinträchtigt worden sein.

Auch Ergebnisse aus einer weiteren Interessestudie lassen sich gut mit den Ergebnissen von SjøBERG (2002) und den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung vergleichen. VOGT ET AL. (1999) untersuchten die Entwicklung der Interessiertheit am Unterricht im Laufe des längerfristigen Unterrichtsverlaufs. Es zeigte sich eine starke Abhängigkeit des Interesses der Schüler von der Phase im Unterrichtsgang und der verwendeten Unterrichtsmethode. So sind einige Unterrichtsmethoden typischerweise von einem hohen Interesse der Schüler begleitet, z. B. Experimentieren und Mikroskopieren. Andere Phasen hingegen, wie die Wiederholung von Inhalten am Anfang oder Ende der Stunde und die Besprechung der Hausaufgaben, sind regelmäßig von einem niedrigen Interessiertheitsgrad der Schüler begleitet. Diesen Phasen ist gemein, dass sie sich inhaltlich mit bereits Bekanntem beschäftigen. Die Phasen der initiierten Metakognition wirken offensichtlich wie eine Vertiefung oder eine Wiederholung des bereits Gelernten. Entsprechend den Ergebnissen von VOGT ET AL. (1999) sank in der vorliegenden Studie die Interessiertheit an der Thematik in dem Lernmodul, das diese Methodik verwendete.

---

Insbesondere, da dies vor allem bei den Schülern des Zielorientierten Leistungs-Typs der Fall war, lässt sich der niedrige Level der Interessiertheit so sinnvoll erklären. Für diese Schüler ist von großer Bedeutung, dass ihre Aktivitäten leistungs- und zielgerichtet sind.

Bei der Durchführung der Tests wurde aufgrund der standardisierten Durchführung aller Lernmodule auf das Erklären der Zweckmäßigkeit und Bedeutung der initiierten Metakognition bewusst verzichtet. Eine niedrige Interessiertheit der zielorientierten Schüler am Lernmodul mit den metakognitiven Phasen deutet darauf hin, dass diese Methodik ohne weitere Erläuterungen als überflüssig empfunden wurde, nicht als zielführend und leistungsorientiert. Mindestens speziell für diese Schüler wäre eine Erklärung der zusätzlichen, vertiefenden Aufgaben möglicherweise sinnvoll gewesen. Eine Betonung der möglichen Bedeutung der Reflexionsphasen für die Kompetenz der Schüler hätte dazu führen können, dass sie diese Phasen als relevant und zielorientiert empfunden hätten und so ihr Interesse höher gewesen wäre.

### **6.2.3. Wiederholung verbessert den Lernerfolg**

Wenn man berücksichtigt, dass die Reflexionsphasen wie eine Wiederholung und Vertiefung wirken, ist auch der Effekt auf den langfristigen Lernerfolg leicht nachzuvollziehen. Der langfristige Lernerfolg erfuhr durch die Methodik der initiierten Metakognition eine positive Entwicklung, nämlich gesteigerte Maximalpunktzahlen und eine gleichmäßige Leistungsverteilung auf relativ hohem Niveau. Vermutlich läge dieses Niveau absolut gesehen bei einer weniger langen Frist zwischen Lernmodul und Leistungstest deutlich höher, und die Streubreite der Punktzahlen wäre ausgeprägter. Bei vorsichtiger Interpretation der bisherigen Ergebnisse ergibt sich jedoch ein schlüssiges Bild mit der oben dargestellten Deutung der Wirkung von initiiertes Metakognition auf die Schüler, da Wiederholung und Vertiefung speziell zu dem Zweck der langfristigeren Einprägung durchgeführt werden. Die in dieser Studie verwendeten Reflexionsphasen hatten offenbar eine auch hinsichtlich des langfristigen Lernerfolgs vergleichbare Wirkung wie Vertiefungsphasen. Speziell wegen der vergleichsweise geringen Probandenzahlen des Zielorientierten Leistungs-Typs sollten die Schlussfolgerungen bis zu einer Überprüfung der Reproduzierbarkeit allerdings als vorläufig betrachtet werden – auch wenn die Ergebnisse gut mit den Ergebnissen aus anderen Forschungen in Einklang gebracht werden können.

#### **6.2.4. Kurzfristige Effekte und Akkumulation**

Insgesamt wurden in der vorliegenden Studie die Effekte auf die interesserelevanten Parameter (Interessiertheit gesamt, Interessiertheit an der Thematik, Interessiertheit an der Methodik und Bereitschaft zu weiteren Auseinandersetzung) nach sechs Monaten überprüft. Dazu ist zu bemerken, dass während dieser Zeit der Schulunterricht der Schüler natürlich fortgesetzt wurde, so dass die Messung erwartungsgemäß von den in dieser Zeit erfolgten Erfahrungen der Schüler überlagert war. Eine präzise Messung ausschließlich des langfristigen Inhalts- und Methodenwissens, das von der im Museum erfolgten Intervention ausgeht, wäre zwar wünschenswert, ist aber real unmöglich. In keinem der vier interesserelevanten Parameter war noch eine Beeinflussung durch die initiierte Metakognition nachweisbar, die Scorewerte der Kontrollgruppe sowie der beiden Versuchsgruppen zeigten nach sechs Monaten keine signifikanten Unterschiede. Eine der Hypothesen für die Studie war, dass die Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung positiv durch die initiierte Metakognition beeinflusst werden würde. Diese Hypothese hat sich nicht bestätigt. Dies unterstreicht den nur kurzfristig wirkenden Charakter der Intervention auf die motivationalen Parameter. Bei der nur kurzfristigen Interventionsdauer von etwa zweieinhalb Stunden ist dies auch nicht verwunderlich, denn die motivationalen Bedingungen des Lernens bilden sich in einem langfristigen Prozess heraus und sind stabiler, als dass sie von einer so kurzen Einflussnahme nachhaltig beeinflusst werden würden (KRAPP 1992a; VOGT 2000). Dennoch lassen die Ergebnisse die didaktisch relevante Interpretation zu, da die Studie als Modellversuch Tendenzen aufdeckt. Es ist davon auszugehen, dass ähnlich konstruierte Lernmodule in einem akkumulierenden Prozess einen nachhaltigeren Einfluss hätten.

#### **6.2.5. Konkurrenz von Lehrzielen**

Sinkendes Interesse und doch bessere Leistung? Um zu entscheiden, ob der Einsatz von initiiertes Metakognition im Unterricht erfolgen sollte, muss die aus den Ergebnissen hervorgehende „Konkurrenz der Lehrziele“ beachtet werden. Die initiierte Metakognition wirkte in der Form, wie sie in der Untersuchung eingesetzt wurde, wie eine Wiederholung und Vertiefung des bisher Gelernten. Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, dass dies hauptsächlich für die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs ambivalente Auswirkungen hinsichtlich der Lehrziele haben kann. Wenn man die Interessiertheit, und damit das möglicherweise langfristige Interesse der Schüler steigern oder zumindest beibehalten will, sollte nach den vorliegenden

---

Ergebnissen auf die Phasen der initiierten Metakognition verzichtet werden. Sie sind für keinen der drei erfassten Einstellungstypen notwendig, wenn das Lernmodul an sich schon einen hohen Interessantheitsgrad aufweist. Bei Schülern, die dem Zielorientierten Leistungs-Typ angehören, scheinen diese Phasen im Gegenteil sogar negativ auf die Interessiertheit zu wirken.

Im theoretischen Teil (siehe Kapitel 2.3.) wurde bereits ausführlich auf die Bedeutung der Interessförderung im Unterricht eingegangen. Durch Interesse wird sowohl die Erlebnisqualität des Unterrichts (KRAPP 1992b; VOGT 2000), die Bereitschaft zur weiteren Auseinandersetzung mit dem Interessegegenstand (SCHIEFELE et al. 1983) und die Leistung (KRAPP 1992b; VOGT 2001; SPITZER 2002) positiv beeinflusst. Um diese positiven Synergien zu nutzen und optimalerweise eine aktive Einbindung der Schüler in den Unterricht im Sinne von *Flow*-Erleben (CSIKSZENTMIHALYI & SCHIEFELE 1993; CSIKSZENTMIHALYI et al. 2005) zu erzielen, ist daher Interessengenesse und -förderung ein zentrales Ziel von Unterricht.

Ein unbestreitbar ebenso anzustrebendes Ziel von Unterricht ist der langfristige Lernerfolg. Die in der vorliegenden Studie absolut erzielten Punkte im Leistungstest lagen – wahrscheinlich aufgrund der erst nach sechs Monaten erfolgten Messung – insgesamt auf einem ziemlich niedrigen Niveau. Dennoch zeigten die eingesetzten metakognitiven Phasen relativ positive Auswirkungen, nämlich eine gleichmäßige Leistungsverteilung auf leicht höherem Niveau und höhere Maximalpunktzahlen. In Bezug auf dieses Lehrziel können die Reflexionsphasen daher für das Lernen im außerschulischen Kontext und in der praktischen Unterrichts-anwendung von Nutzen sein. Es bleibt jedoch zu beachten, dass Lernen mit Interesse ebenfalls zu hohen Lernerfolgen führen kann, möglicherweise sogar zu deutlicheren und nachhaltigeren. Dies lässt eine weitere Überlegung zu: Wenn die initiierten metakognitiven Phasen während des Unterrichts ebenso wie z.B. Hausaufgabenbesprechungen einen deutlich mindernden Effekt auf die Interessiertheit der Schüler haben, müssten diese Unterrichtsabschnitte konsequenterweise auf ein Minimum reduziert werden, um den Unterricht interessant zu gestalten. Eventuell stehen diese oft viel Zeit in Anspruch nehmenden Phasen im Unterrichtsgang – selbst bei einer sonst methodisch abwechslungsreichen Unterrichtsgestaltung – der Ausbildung von langfristigen Interessen der Schüler diametral entgegen.

#### **6.2.6. Modifizierung der metakognitiven Phasen**

Es erscheint lohnend, die Effekte von metakognitiven Phasen während des Lernprozesses zu modifizieren (vergleiche dazu auch Kapitel 6.3.6.). Es wäre sinnvoll, die initiierte Metakognition in leicht veränderter Form mit einer Versuchsgruppe zu testen, in der die Funktion und

mögliche Bedeutung der Reflexionsphasen kurz erläutert werden. So wären sowohl die inhaltliche Anknüpfung der neuen Methodik an das Thema als auch die gedankliche Einbettung und das Verständnis der Schüler gegeben. Eventuell wäre es auch sinnvoll, eine Unterrichtseinheit vorzuschalten, in der die metakognitiven Fähigkeiten der Schüler trainiert werden, wie es von einigen Autoren vorgeschlagen wird (GARNER & ALEXANDER 1989; BRANSFORD et al. 1999). So könnten die Schüler ein Bewusstsein für den Sinn der Reflexionsphasen entwickeln und die erzielten Effekte wären voraussichtlich stärker und damit leichter messbar. Vor allem für die Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs wird eine Zunahme der Einsicht in Zielorientiertheit und Relevanz der Phasen erwartet, die mit einem gesteigerten Interesse am Lernmodul einhergehen sollte. Auch für die Schüler des Lernfreude-Typs dürften positive Effekte zu sehen sein, weil für sie ein neuer Lernaspekt hinzukäme der ihre Interessiertheit wecken könnte. Die „Lehrzielkonkurrenz“ würde möglicherweise unter diesen Umständen entfallen und die Effekte der initiierten Metakognition könnten sowohl für den Lernerfolg als auch im Sinne einer langfristig orientierten Interessensbildung genutzt werden.

---

### **6.3. Das Gefühl von Kompetenz – Initiierte Metakognition und ihre Auswirkungen auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen**

Das Selbstkonzept als psychologisches Konstrukt und motivationaler Parameter im Lernprozess gilt als sehr stabil (FEND 1997; KANFER & ACKERMAN 2005). In der im Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig durchgeführten Studie mit unterschiedlichen Versionen des Lernmoduls „Gut Zu Fuß – Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“ wurde untersucht, ob innerhalb der Interventionszeit das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen – oder zumindest einige dafür relevante Aspekte – trotz der generellen Stabilität beeinflusst werden können. Welchen Einfluss haben initiierte metakognitive Phasen während des Lernens auf das Fähigkeitsselbstkonzept?

#### **6.3.1. Allgemeines Antwortverhalten in den beiden Lernmodulen**

Eine der Hypothesen für die Untersuchung war, dass die initiierte Metakognition sich positiv auf das Fähigkeitsselbstkonzept auswirken sollte, da ein höheres Abstraktionsniveau den Überblick über die Aufgaben, die vorherigen und die nachfolgenden Arbeitsschritte und damit das Zutrauen in weitere ähnliche Arbeiten fördern könnte. Dass die Metakognition einen generell positiven Effekt auf das Fähigkeitsselbstkonzept hat, ist nicht zu bestätigen. Die Verifizierung oder Falsifizierung der Hypothese erfordert aber ein differenziertes Aufschlüsseln der Ergebnisse. Zunächst werden daher diese Ergebnisse im Einzelnen diskutiert, um diese dann in einem abschließenden Abschnitt zu einer Beurteilung zusammenzuführen.

Bei der Analyse des Antwortverhaltens ohne weitere Unterteilung der Probanden nach Einstellungstyp oder Geschlecht zeigte sich – zunächst ohne Berücksichtigung von Signifikanzniveaus – ein durchgängiges Muster (vgl. Abbildung 10). Items, die einen Transfer auf neue, wissenschaftsorientierte Aufgabenstellungen enthalten und zum Faktor 1 „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ gehören, wurden von den Probanden im Lernmodul ohne initiierte Metakognition besser gelöst als von den Schülern, die zusätzliche metakognitive Phasen absolvierten. In den Items, die sich auf das Präsentieren von Ergebnissen und weitere, sehr konkrete wissenschaftsorientierte Problemstellungen beziehen (Faktor 2 und 3), erzielten

die Probanden aus dem Lernmodul mit initiiertem Metakognition höhere Scorewerte. Dies ist ein Bild, das sich durch die detaillierte Analyse der Einzelitems, auch mit Differenzierung nach Einstellungstyp und Geschlecht bestätigt.

### **6.3.2. Stabilität und Beeinflussbarkeit des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen**

Die Überprüfung der Effekte auf Signifikanz zeigte, dass trotz einer insgesamt starken Stabilität des Fähigkeitsselbstkonzepts tatsächlich mehrere selbstkonzeptrelevante Aspekte signifikant durch die beiden Lernmodule beeinflusst wurden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie belegen, dass die bereits beschriebene Stabilität des Selbstkonzepts (FEND 1997; KANFER & ACKERMAN 2005) auch auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen zutrifft. Betrachtet man die Schülersamtheit unter Einfluss des Lernmoduls mit und ohne initiierte Metakognition, ist kein signifikanter Effekt auf das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen messbar. Auch nachdem die Probanden anhand ihres Einstellungstyps aufgeschlüsselt wurden, war keine signifikante Einflussnahme der initiierten Metakognition auf das Fähigkeitsselbstkonzept der einzelnen Einstellungstypen nachweisbar. Die Scores der drei Hauptfaktoren zeigten in der Analyse ebenso wenig signifikante Unterschiede in Abhängigkeit von der initiierten Metakognition. Weder die Itemgruppe „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ noch die Itemgruppe „Präsentation von Ergebnissen“ oder die Itemgruppe „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“ wiesen hier Signifikanz auf. All dies zeigt, dass das im Fragebogen erfasste Fähigkeitsselbstkonzept ein durchweg stabiler Parameter ist.

Dabei ist zu bedenken, dass die Interventionsdauer insgesamt für den einzelnen Schüler etwa zweieinhalb Stunden betrug. Berücksichtigt man diese vergleichsweise kurze Interventionszeit, ist es nicht verwunderlich, dass alle selbstkonzeptrelevanten Summenscores keine signifikanten Unterschiede durch die beiden Lernmodule zeigten. Höchst aufschlussreich ist jedoch, dass die Scores sieben von 14 Einzelitems signifikante Abhängigkeiten von der initiierten Metakognition zeigten. Dies beweist, dass trotz der kurzen Interventionsdauer bereits einige selbstkonzeptrelevante Aspekte beeinflusst wurden. Die Effektstärke ist bezogen auf die Einzelitems zum Teil sogar höchst signifikant. Insgesamt erweist sich die initiierte Metakognition daher als neuer Faktor, der zusätzlich zu den bereits bekannten Faktoren (FEND 1997) selbstkonzeptrelevant sein kann.

---

### 6.3.3. Diskussion der Analyse von Einzelitems

#### Effekte der initiierten Metakognition ohne weitere Differenzierung der Probanden

Bei insgesamt vier Items zeigte sich eine Beeinflussung durch die initiierte Metakognition. Hinsichtlich des selbständigen wissenschaftlichen Untersuchen eines Tieres (Item 3) wiesen die Probanden nach dem Durchlaufen beider Lernmodule ein positiveres Fähigkeitsselbstkonzept auf als die Kontrollgruppe. Dabei schnitten die Probanden im Lernmodul mit initiiertem Metakognition sogar noch etwas besser ab. Die Problemstellung in diesem Item war relativ konkret, es wurde kein Transfer im wissenschaftsorientierten Arbeiten erwartet, sondern es ging um das gezielte Problemlöseverhalten. Dies scheint von den Schülern als gut zu lösendes Problem empfunden worden zu sein, und die Bearbeitung des Lernmoduls scheint sie gut darauf vorbereitet zu haben. Die Antworten der Kontrollgruppe lassen auf ein weniger starkes Zutrauen schließen. Vermutlich hatten die Schüler der Kontrollgruppe bei Bearbeitung des Fragebogens keine Vorstellung davon, was „ein Tier wissenschaftlich untersuchen“ bedeutet. Die Probanden in den Lernmodulen hingegen haben konkret erfahren, welche Arbeitsschritte dazu gehören können und trauen sich daher die Bewältigung des beschriebenen Problems eher zu. Die zusätzliche Initiierung von metakognitiven Phasen führte noch zu einer leichten Verbesserung des Zutrauens in die eigenen Fähigkeiten, diese Steigerung ist allerdings nicht signifikant.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Item 6, das sich auf die Beschreibung des naturwissenschaftlichen Arbeitens bezieht. Nur die Schüler im Lernmodul mit initiiertem Metakognition zeigten in diesem Item eine hoch signifikante Verbesserung des Fähigkeitsselbstkonzepts. Die Teilnahme am gleichen Lernmodul ohne initiierte Metakognition hatte keine signifikanten Auswirkungen auf die Beantwortung dieses Items. Ein Transfer von der gelösten Aufgabe war in diesem Item nicht verlangt. In der Tat ist es so, dass die Schüler im Lernmodul mit initiiertem Metakognition genau die im Item genannten Arbeitsschritte mehrmals während der Reflexionsphasen nachvollziehen sollten, nämlich die typischen Arbeitsschritte im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. Das mehrfache Wiederholen dieser Schritte führte offenbar tatsächlich zu einer gefestigten Vorstellung von einem solchen Arbeitsprozess.

Ein positiver Einfluss fehlender Reflexionsphasen zeigte sich in Item 8, das sich auf das Erstellen eines Funktionsmodells bezieht. Beide Lernmodule zeigten eine hoch signifikante Steigerung des Zutrauens im Vergleich zur Kontrollgruppe, die Schüler des Lernmoduls ohne initiierte Metakognition schnitten mit einem höchst signifikanten Unterschied zur Kontrollgruppe jedoch noch besser ab. Die im Item beschriebene Aufgabe beinhaltete zum einen eine Wiederholung, da

auch in beiden Versionen des Lernmoduls ein Funktionsmodell erstellt wurde. Zum anderen war aber ein Transfer gefordert, da die Bearbeitung alleine und zu einem anderen Thema erfolgen sollte. Dies lässt sich so interpretieren, dass zwar durch die Metakognition eine starke inhaltliche und methodische Festigung der konkret bearbeiteten Aufgaben stattfand. Entsprechende Ergebnisse lieferten auch die Auswertungen von Interessiertheit und Lernerfolg (vgl. Kapitel 6.2.). Dies scheint aber zulasten der Transferfähigkeit zu gehen, denn die Probanden im Lernmodul ohne initiierte Metakognition erzielten die höchsten Scores.

Auch in Item 14, das das Zutrauen in die Planung eines Experiments im Vergleich zu den Klassenkameraden betrifft, lag das Fähigkeitsselbstkonzept der Probanden aus dem Lernmodul mit initiiertem Metakognition niedriger als das der anderen Probanden. Es lag sogar niedriger als das der Kontrollgruppe, was besonders hervorzuheben ist. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Schüler geradezu von einer positiven Selbsteinschätzung abgebracht wurden. Nahe liegend wäre die Vermutung, dass die Schüler, die soeben eins der beiden Lernmodule absolviert und dabei in Kleingruppen zusammen gearbeitet hatten, eine niedrigere Punktzahl angekreuzt haben könnten. Die soziale Eingebundenheit während des Arbeitens hätte zu einer geringeren Selbsteinschätzung gegenüber den Klassenkameraden führen können. Bei der formativen Evaluation wurde von einigen Schülern außerdem zu diesem Item angemerkt, dass man wegen der Loyalität zu den anderen ohnehin verleitet sei, sich selbst wenige Punkte zu geben, um nicht aus dem Klassenverband hervorstechen. Diese Erklärung für das Erzielen von höheren Punktzahlen in der Kontrollgruppe kann aber ausgeschlossen werden, denn wenn der Effekt von sozialer Erwünschtheit hier zum Tragen kommen würde, hätten auch die Probanden aus dem anderen Lernmodul eine geringere Punktzahl als die Kontrollgruppe. Das Gegenteil ist der Fall. Zwischen den durchschnittlichen Scorewerten der Teilnehmer in beiden Lernmodulen herrscht ein signifikanter Unterschied, wobei sich die Metakognition negativ auswirkte. Die Problemstellung in diesem Item ist losgelöst von einer thematischen Einbindung, und damit erforderte sie von den Schülern einen Transfer. Diesen trauten sich offenbar die Schüler im Lernmodul mit initiiertem Metakognition weniger zu als die Schüler, die keine initiierte Metakognition erfahren haben. Aufschlussreich ist in diesem Zusammenhang der Vergleich mit Item 8, in dem ebenfalls Transfer nötig war. Außerdem beinhaltete dies aber auch eine Wiederholung. Auch in Item 8 schnitten die Schüler im Lernmodul ohne Metakognition besser ab, der Unterschied in den Scorewerten zwischen den beiden Lernmodulen ist allerdings nicht signifikant. Im Item 14, in dem es um einen Transfer ohne wiederholende Elemente geht, ist der Unterschied zwischen den Probandengruppen beider Lernmodule nun signifikant. Die nivellierende Wirkung des Wiederholungsaspekts entfiel.

---

Insgesamt zeigte sich demnach in mehreren Einzelitems, dass die Probanden im Lernmodul mit Metakognition bei den Aufgaben zu einer konkreten Aufgabenstellung, die eventuell sogar wiederholende Aspekte beinhaltet, am besten abschnitten. Wenn jedoch ein Transfer erfolgen sollte, waren die Schüler im Lernmodul mit initiiertem Metakognition benachteiligt, hier schnitten die Schüler im Lernmodul ohne Metakognition besser ab. Daraus lässt sich schließen, dass das Lernmodul an sich eine Offenheit bei den Schülern zum Transfer des Gelernten auf neue Zusammenhänge zuließ. Der Zusatz von initiiertem Metakognition jedoch wirkte sich auf diese Offenheit negativ aus. Zwar förderte dies die Wiederholungsfähigkeit der Schüler, also einen eher leistungsorientierten Aspekt, nicht aber das Zutrauen in die eigene Fähigkeit zum Transfer. Die Flexibilität des Wissens wurde durch die verwendeten metakognitiven Phasen offenbar eher eingeschränkt als gefördert.

### **Effekte der initiierten Metakognition auf die Probanden der einzelnen Einstellungstypen**

Es konnte eine höchst signifikante Abhängigkeit des Fähigkeitsselbstkonzepts vom Einstellungstyp nachgewiesen werden (vgl. Abbildung 9). Dabei verfügt der Lernfreude-Typ durchgängig über das am positivsten geprägte Fähigkeitsselbstkonzept. Eine Mittelstellung hat der Gelangweilte Typ, während der Zielorientierte Leistungs-Typ die niedrigsten Werte einnimmt. Dieses Verteilungsmuster ist sehr konstant, da es nicht nur in allen selbstkonzeptrelevanten Einzelitems vorliegt, sondern auch in den interesserelevanten Items. Das Antwortverhalten ist höchst signifikant abhängig vom Einstellungstyp. Vor allem der Lernfreude-Typ reagierte auf die unterschiedlichen Lernmodule mit einem signifikant anderen Antwortverhalten hinsichtlich des Fähigkeitsselbstkonzepts. Insgesamt in vier Items (3, 4, 6, 8) zeigen sich signifikante Effekte. Für den Gelangweilten Typ und den Zielorientierten Leistungs-Typ lassen sich Effekte nur in jeweils einem Item nachweisen, dies ist jeweils Item 8, das sich daher innerhalb der verschiedenen Einstellungstypen besonders gut vergleichen lässt. Die Schüler des Gelangweilten Typs und des Zielorientierten Leistungs-Typs verfügten offenbar über ein konstanteres Fähigkeitsselbstkonzept als die Schüler des Lernfreude-Typs. Wahrscheinlich stehen beide Parameter, Fähigkeitsselbstkonzept und Einstellungsausprägung, in einem wechselseitigen Zusammenhang. Ein positives Selbstkonzept wird als Grundlage für bereichsspezifische Interessen gesehen (DWECK & MOLDEN 2005; KANFER & ACKERMAN 2005). In einem positiven Verstärkungszyklus resultieren diese Interessen in einer verstärkten Orientierung zu neuen Aufgaben im gleichen Bereich, die wiederum zu vermehrter Aufgabenbewältigung und positiven Rückmeldungen an das Selbstkonzept führen (KANFER &

ACKERMAN 2005). Bei den Schülern des Lernfreude-Typs ist möglicherweise diese Wechselwirkung durch das Lernmodul besonders positiv angeregt worden.

Bei den Schülern des Lernfreude-Typs ergibt sich für die Items 3 (selbständige wissenschaftliche Untersuchung eines Tieres) und 6 (Beschreiben des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs) das gleiche Bild wie bei der Analyse ohne Aufschlüsselung nach Einstellungstypen. In diesen beiden Items erzielten die Probanden im Lernmodul mit initiiertem Metakognition die höchsten Punktzahlen. Für sie trifft zu, dass die initiierte Metakognition in diesen beiden konkreten Problemstellungen mit wiederholendem Aspekt zu einer positiven Veränderung der Selbsteinschätzung führte.

Ähnliches gilt für das Item 4, das sich auf die Präsentation einer Gruppenarbeit bezieht. Das Zutrauen der Probanden im Lernmodul mit initiiertem Metakognition lag hoch signifikant höher als das der Probanden im Lernmodul ohne Metakognition. Zur Kontrollgruppe besteht ein signifikanter Unterschied aber nur im Lernmodul ohne metakognitive Phasen, und zwar erzielte die Kontrollgruppe deutlich höhere Werte. Dies deutet darauf hin, dass das Zutrauen der Probanden im Lernmodul ohne Reflexionsphasen gesunken ist. Hingegen wurde das Fähigkeitsselbstkonzept im Lernmodul mit initiiertem Metakognition zwar nicht signifikant, aber doch eher in eine positive Richtung verändert. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Schüler aus Lernmodul A ohne metakognitive Phasen sich weniger intensiv mit dem Thema beschäftigt haben als die Schüler aus Lernmodul B. Wie schon aus den Ergebnissen der anderen Einzelitems gefolgert, scheint die initiierte Metakognition einen wiederholenden und festigenden Effekt zu haben. Bleibt sie aus, haben die Schüler zwar ein besseres Zutrauen in ihre Transferfähigkeit, aber eine geringere Verarbeitungstiefe der Lerninhalte vollzogen. Diese ist für eine gelungene Präsentation notwendig. Möglicherweise begründet diese geringere Verarbeitungstiefe der Inhalte das geringere Zutrauen der Schüler im Lernmodul A ohne initiierte Metakognition, wenn es um die Präsentation einer Gruppenarbeit geht.

### **Effekte der initiierten Metakognition auf Item 8**

Bemerkenswert ist die Beantwortung des Items 8 durch die Schüler der unterschiedlichen Einstellungs-Typen (*„Ich denke, auch wenn ich alleine arbeiten müsste, könnte ich ein Modell zur Funktion der menschlichen Hand gut bauen und erklären.“*), bei dem als einzigem Item für alle Einstellungstypen signifikante Effekte auftreten. Bei der Analyse ohne Aufschlüsselung nach Einstellungstypen erzielten die Schüler im Lernmodul A ohne initiierte Metakognition die besten Scorewerte. Auch das Zutrauen der Schüler im Lernmodul B mit metakognitiven Phasen konnte

---

im Vergleich zur Kontrollgruppe gesteigert werden, lag aber niedriger als im Lernmodul A. Erklärt wurde dies durch ein zwar verbessertes Fähigkeitsselbstkonzept bei der wiederholenden Erstellung eines Funktionsmodells, das jedoch bei den Schülern, die die metakognitiven Phasen durchlaufen haben, durch eine geminderte Transferfähigkeit überdeckt wird.

Ein solches Antwortverhalten zeigt sich ebenso bei der Aufschlüsselung der Probanden nach Einstellungstypen. Die Scorewerte im Lernmodul A ohne initiierte Metakognition liegen in allen Fällen höher als die in Lernmodul B. Für den Lernfreude-Typ und den Zielorientierten Leistungs-Typ ist dieser Unterschied sogar signifikant bzw. hoch signifikant. Bei keinem dieser beiden Einstellungstypen ist jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen Kontrollgruppe und Lernmodul B mit metakognitiven Phasen nachweisbar. Beim Zielorientierten Leistungs-Typ zeigt sich zusätzlich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Lernmodulen, was nochmals den positiveren Einfluss des Lernmoduls ohne initiierte Metakognition hervorhebt.

Anders hingegen stellt sich das Antwortverhalten der Schüler des Gelangweilten Typs dar. Diese Probanden zeigten unabhängig von einer erfolgten oder nicht erfolgten initiierten Metakognition eine signifikante bzw. hoch signifikante positive Beeinflussung des Antwortverhaltens in Item 8. Die Schüler, die diesem Einstellungstyp zugerechnet werden, zeichnen sich dadurch aus, dass sie meistens unterfordert und dadurch gelangweilt sind. Dass diese Schüler nun nach beiden Lernmodulen positivere Scorewerte in Item 8 aufwiesen als die Kontrollgruppe, lässt sich durch diese generelle Unterforderung erklären. Die Schüler des Gelangweilten Typs trauten sich das Erstellen eines Funktionsmodells offenbar so sicher zu, dass die Festigung der speziellen Inhalte bei diesen Schülern nicht zulasten der Transferfähigkeit ging. Zwar liegt die Scorehöhe absolut gesehen niedriger als bei den Schülern des Lernfreude-Typs, die positive Selbsteinschätzung der Schüler des Gelangweilten Typs scheint aber relativ stabiler zu sein als bei den Schülern des Lernfreude-Typs.

#### **6.3.4. Unterschiede im Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen zwischen Mädchen und Jungen**

Während Mädchen und Jungen generell ähnliche Einschätzungen über ihre allgemeinen akademischen Fähigkeiten besitzen, weisen Kompetenzüberzeugungen innerhalb spezifischer Domänen ein geschlechtsspezifisches Muster auf (SHIBLEY HYDE & DURIK 2005). Aus dem Antwortverhalten der Jungen und Mädchen in der vorliegenden Studie kann abgelesen werden, ob grundsätzliche Unterschiede im erfassten Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen bestanden. In drei Items konnte ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Jungen

schnitten in den Items 9, 10 und 14 besser ab als Mädchen. Inhaltlich beziehen sich zwei davon auf die Fähigkeit der Planung von Experimenten auch im Vergleich zu den Klassenkameraden, ein weiteres bezieht sich auf die Fähigkeit, wissenschaftlich lösbare Fragen zu formulieren. Mit Tendenz zur Signifikanz erzielten die Jungen ebenfalls ein besseres Ergebnis in Item 1, das auf die schnelle Auffassungsgabe beim Experimentieren bezogen ist.

Alle diese Items (Item 1, 9, 10, 14) gehören zum Faktor 1 „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“, der als ganzer Faktor auch bei gesonderter Überprüfung mit dem Kruskal-Wallis-Test signifikante Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen aufwies. Daraus lässt sich schließen, dass Jungen in diesem Bereich, der Transferbildung einschließt, generell ein positiver entwickeltes Fähigkeitsselbstkonzept haben als Mädchen. Das Antwortverhalten in den übrigen Items lässt aufgrund von fehlender Signifikanz keine verlässlichen Aussagen über Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen zu. Anzumerken sei hier, dass die Überzeugungen über die eigene Leistungsfähigkeit und die tatsächliche Leistung nicht übereinstimmen müssen. Gerade geschlechtsspezifische Unterschiede sind auf der Ebene des Selbstkonzepts stärker vorzufinden als auf der Ebene der tatsächlichen Leistung (SHIBLEY HYDE & DURIK 2005). Dies ist ein entscheidender Grund, warum Unterricht darauf abzielen sollte, dass beide Geschlechter eine realistische Vorstellung von der eigenen Leistungsfähigkeit bekommen. Die Erfahrung eigener Kompetenz sollte für beide Geschlechter gleichmäßig erfahrbar werden.

### **6.3.5. Wirkung der Lernmodule auf weibliche und männliche Probanden**

Um die Effektivität der Lernmodule vergleichen zu können, wurde untersucht, ob sich durch die Lernmodule signifikant positive oder negative Effekte auf das Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen und Jungen ergaben. Das Lernmodul B mit metakognitiven Phasen hatte in insgesamt 4 Items eine positive Auswirkung auf das Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen und Jungen. Alle diese Items beziehen sich auf Problemstellungen, die einen hohen Wiederholungsaspekt beinhalten. Das Zutrauen zur eigenen Lösungsfähigkeit bei dieser Art von Aufgaben wurde vom Lernmodul mit initiiertem Metakognition positiv beeinflusst.

Lernmodul A ohne initiierte Metakognition zeigte in nur einem einzigen Item eine signifikant unterschiedliche Wirkung auf das Fähigkeitsselbstkonzept von Jungen und Mädchen als das Lernmodul B mit initiiertem Metakognition. Dies ist Item 8, das das Erstellen eines Funktionsmodells betrifft. Beide Lernmodule hatten zwar einen positiven Einfluss sowohl für Mädchen als auch für Jungen, Lernmodul A ohne initiierte Metakognition aber stärker. Die Erklärung hierfür liegt vermutlich darin, dass das Lernmodul mit metakognitiven Phasen die

---

Transferfähigkeit und damit das Zutrauen einschränkte. Dies lässt sich auch mit der negativen Auswirkung der metakognitiven Phasen auf das Item 2 in Zusammenhang bringen, in dem es um Ideen für die Lösung von Problemen bei einer Gruppenarbeit geht.

Insgesamt erbrachte die Analyse keine Nachweise für signifikant gegenläufiges Antwortverhalten von Jungen und Mädchen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Schüler wurden – ebenso wie beim langfristigen Lernerfolg – durch die metakognitiven Phasen geringer gehalten. Die Metakognition hatte offenbar einen nivellierenden Effekt für verschiedene Aspekte des Fähigkeitsselbstkonzepts der Schüler. Eine Erklärung hierfür mag darin liegen, dass die verstärkte Reflexion des eigenen Arbeitens unbewusste Stigmatisierungen der Schüler über sich selbst ausgleicht.

### **6.3.6. Auswirkungen der initiierten Metakognition auf das Fähigkeitsselbstkonzept im Überblick und didaktische Konsequenzen**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Fähigkeitsselbstkonzept insgesamt eine relativ hohe Stabilität aufweist (FEND 1997; KANFER & ACKERMAN 2005). Auf das Fähigkeitsselbstkonzept als aus zahlreichen Einzelfaktoren zusammengesetztes Gesamtkonstrukt, das in einem Summenscore quantifiziert wurde, zeigten die metakognitiven Phasen in der durchgeführten Form keine nachweisbaren Effekte. Die Interventionsdauer von etwa zweieinhalb Stunden war zwar zu kurz, als dass schon signifikante Effekte auf dieses psychologische Gesamtkonstrukt nachgewiesen werden könnten. Eine differenziertere Herangehensweise belegt aber, dass die Konzeption des Lernmoduls die angestrebte Wirkungsrichtung hatte und lässt sehr aufschlussreiche Schlussfolgerungen zu. In sieben von 14 Einzelitems, die unterschiedliche Aspekte des Fähigkeitsselbstkonzepts abdecken, konnten nämlich signifikante Effekte durch das Lernmodul und zudem durch die initiierte Metakognition nachgewiesen werden. Dies betrifft einzelne Aspekte, die bei einer längerfristigen Intervention sicherlich zahlreicher würden und eine nachhaltige Beeinflussung des Fähigkeitsselbstkonzepts in einem langfristigen Prozess erwarten lassen. Zusätzlich zu den bereits bekannten Parametern wie Noten, soziale Schicht und sozialer Kontext im Klassenraum (FEND 1997) kann die initiierte Metakognition also begründet als selbstkonzeptrelevant gelten.

Die Korrelation des Fähigkeitsselbstkonzepts mit dem Einstellungstyp ist ein Anhaltspunkt, der die Bedeutung von Maßnahmen zur Förderung des Fähigkeitsselbstkonzepts unterstreicht. Um einen positiven Verstärkungsmechanismus von Selbstkonzept, Interesse und Einstellung zu begünstigen, sollten diese drei Parameter bei der Unterrichtsgestaltung Berücksichtigung finden. Da die Schüler, die dem Lernfreude-Typ angehörten, über das generell höchste

Fähigkeitsselbstkonzept verfügen, könnten vor allem die Schüler des Gelangweilten Typs und des Zielorientierten Leistungs-Typs so gezielt gefördert werden. In der Studie konnte überdies gezeigt werden, dass Jungen generell über ein positiver entwickeltes Fähigkeitsselbstkonzept verfügten als Mädchen, wenn es um den Bereich „Wissenschaftliches Arbeiten allgemein“ ging. Dieser Bereich beinhaltete vor allem Aufgaben, die eine Transferleistung erforderten. Auch dies verweist wieder auf die Notwendigkeit von langfristiger Einbindung der Selbstkonzept fördernden Interventionen. Bei einer Gestaltung von Lerneinheiten und Unterricht, die konsequent auf die Förderung des Fähigkeitsselbstkonzepts einschließlich der Transferleistungen zielt, ist ein nachhaltiger Effekt auf die betreffenden Parameter zu erwarten. Vor allem für Mädchen ist dies von großer Bedeutung für den Erwerb von Transfer- und Anwendungsfähigkeit des Wissens. Zwar ist der geschlechtsspezifische Unterschied in der Leistungserwartung bzw. im Selbstkonzept normalerweise größer als die tatsächlichen Leistungsunterschiede (SHIBLEY HYDE & DURIK 2005), und im Bereich der Fähigkeiten, die zum wissenschaftlichen Untersuchung notwendig sind, zeigten in einer Studie mit amerikanischen Neuntklässlern Mädchen sogar die besseren Leistungen (MANHART 1998). Möglicherweise kann aber das bei Mädchen niedriger als bei Jungen ausgeprägte Selbstkonzept im Bereich der Anwendungs- und Transferfähigkeit nachhaltig verbessert werden, was auf die tatsächliche Leistung positive Rückwirkungen nehmen kann (KANFER & ACKERMAN 2005).

Die Hypothese, dass initiierte Metakognition sich generell positiv auf das Fähigkeitsselbstkonzept auswirken sollte, konnte nicht verifiziert werden. Stattdessen ergibt sich ein differenzierteres Bild von den Auswirkungen der initiierten Metakognition. Das Lernmodul mit initiiertem Metakognition zeigt im Hinblick auf das Fähigkeitsselbstkonzept sowohl positive als auch negative Auswirkungen.

- + Durch die Metakognition erfolgt eine starke inhaltliche und methodische Festigung der konkret bearbeiteten Aufgaben (unabhängig vom Einstellungstyp und vom Geschlecht).
- + Die initiierte Metakognition konnte trotz der kurzen Interventionsdauer bereits einige selbstkonzeptrelevante Aspekte beeinflussen.
- + Es tritt ein Ausgleich von Unterschieden in der Leistungsfähigkeit der Schüler und im Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen und Jungen ein.
- Die Transferfähigkeit wird durch die initiierte Metakognition eingeschränkt.
- Die Flexibilität des Wissens wird durch die metakognitiven Phasen gemindert.

---

In didaktischer Hinsicht, für die Beurteilung der Effektivität von metakognitiven Phasen während des Unterrichts, verdient besonders die Bedeutung der Metakognition für die Transferfähigkeit Beachtung. Die metakognitiven Phasen während des Lernmoduls hatten einen mit einer Wiederholung und Festigung des speziellen Lernstoffs vergleichbaren Effekt (vgl. VOGT 1998, 1999). Die Probanden, die die initiierte Metakognition durchlaufen haben, wiesen ein höheres Fähigkeitsselbstkonzept auf als die übrigen Schüler, wenn es um wissenschaftsorientierte Problemstellungen mit wiederholenden und ganz konkreten, dem bereits bearbeiteten Thema ähnlichen Aufgaben ging. Die initiierte Metakognition hatte aber negative Auswirkungen auf das Fähigkeitsselbstkonzept, wenn es um Problemstellungen ging, die einen Transfer vom bereits Gelernten und allgemeinere wissenschaftsorientierte Aufgaben beinhalteten. Das Zutrauen in diese Transferfähigkeit wurde durch die metakognitiven Phasen gemindert. Von zahlreichen Autoren wird ebendiese Transfer- und Anwendungsfähigkeit und damit ein flexibles Wissen als überaus notwendiges Lernziel herausgestellt (BAUMERT 1997; BRANSFORD et al. 1999; KLIEME et al. 2001; HARMS et al. 2004). Auch in internationalen Vergleichsstudien offenbart sich das transferfähige Prozesswissen in deutschen Schulen als Defizitbereich: „Nur ein kleiner Teil der Schülerinnen und Schüler erreicht ein Niveau sicherer und unabhängiger Anwendung ihrer Kenntnisse. Spezielle Defizite sind im Bereich des Konzeptionsverständnisses zu beobachten sowie beim Verständnis naturwissenschaftlicher Argumentations- und Arbeitswege.“ (BAUMERT et al. 2000)

Um den positiven Effekt, den die Teilnahme am Lernmodul auf wissenschaftsorientierte Lernbereiche hatte, nachhaltig und umfassend zu nutzen, müsste sichergestellt werden, dass zwar die positiven Effekte der metakognitiven Phasen auf die Wissensfestigung erhalten bleiben, aber die negativen Auswirkungen auf die Transferfähigkeit und die Interessiertheit an der Thematik (vgl. Kapitel 6.2.) ausbleiben. Die initiierte Metakognition hatte in der Tat überwiegend positive Effekte. Ihr Potenzial ist aber noch nicht ausgeschöpft, sie kann und sollte für eine nachhaltige und noch stärker konstruktive Wirkung konzeptionell leicht verändert werden.

Einige Vorschläge für die Modifizierung wurden bereits im vorangehenden Kapitel erörtert. Speziell im Hinblick auf das Fähigkeitsselbstkonzept bietet sich als Lösung eine Erweiterung des Lernmoduls an. Metakognitive Phasen sollten im Lernmodul erhalten bleiben, um die positiven Auswirkungen zu erhalten. Zentraler Aspekt für die Erweiterung des Lernmoduls ist die Verbesserung der Transferfähigkeit. Dazu könnte im Anschluss an das Lernmodul eine Phase erfolgen, in der den Schülern deutlich wird, dass die von ihnen bearbeiteten Aufgaben tatsächlich wissenschaftsorientiertes Arbeiten beinhaltet haben, und dass das erworbene Wissen

und ihre so erlangten Fertigkeiten in anderem Kontext leicht anwendbar sind. Die Übertragbarkeit und die Anwendbarkeit ihres Wissens und ihrer Fertigkeiten auf andere Zusammenhänge und Aufgaben, die selbständiges Arbeiten erfordern, sollten den Schülern dabei klar werden. Neben einem möglicherweise erfolgenden Lehrer-Schüler-Gespräch bietet sich auch der Einsatz von Übungsaufgaben an, in denen sich die Schüler eventuell gegenseitig ihre jeweiligen Ideen zur Herangehensweise an wissenschaftsorientierte Problemstellungen vorstellen und erklären. Optimal wäre eine Anwendung dieser Verfahrensweise in regelmäßigen Zyklen, und über eine lange Zeitdauer hinweg, integriert in den normalen Fachunterricht.

Wenn es gelingt, dies in einem für die Schüler auch sozial angenehmen methodischen Umfeld durchzuführen, könnte schrittweise das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen in zahlreichen Aspekten für alle Schüler verbessert werden. Die metakognitiven Phasen und die Anwendungsübungen sollten dabei weiter beibehalten werden, können aber sicherlich mit der Zeit zeitlich kürzer ausfallen. Wenn sogar eventuell der Effekt einsetzt, dass die Schüler Spaß an der Methodik finden und sich selbst gleichzeitig ein hohes Maß an Bewältigungsstärke zumessen, wäre eine zu erwartende Folge, dass auch das Interesse an ähnlichen Arbeiten zunimmt (KANFER & ACKERMAN 2005). So könnte unter optimalen Bedingungen ein positiver Verstärkungszyklus von Fähigkeitsselbstkonzept und Interesse am wissenschaftsorientierten Arbeiten und forschenden Lernen entstehen, der gleichzeitig die Flexibilität des Wissens sichert.

---

## **6.4. Alles eine Frage der Einstellung? – Interdependenz motivationaler Parameter im Lernprozess**

Für die Durchführung der Hauptstudie wurden die Probanden per Zufallsverteilung in die Versuchsgruppen eingeordnet. Dadurch gelang es, in allen drei Versuchsgruppen eine gleichmäßige Verteilung der mit Hilfe des von UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN (2004) entwickelten Verfahrens bestimmten Einstellungstypen zu erreichen. Auffällig war, dass nur drei der vier möglichen Typen der Einstellungsausprägung vorkamen, nämlich der Lernfreude-Typ, der Gelangweilte Typ und der Zielorientierte Leistungs-Typ. Kein Schüler wies die Ausprägung des Frustrierten Typs auf. Bereits in der Ursprungstudie von UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN (2004) trat dieses Phänomen bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe im Gymnasium auf. Eine Begründung kann darin gesehen werden, dass -- nach der hauptsächlich in den Jahrgangsstufen sieben und acht auftretenden Phase der frühen Pubertät -- in der Stufe neun und zehn Schule an Bedeutung für die Schüler gewinnt. Vermutlich öffnet sich ihr Blick langsam für die bevorstehende Oberstufe und Berufswahl und fördert die Motivation. Hinzu kommt, dass auch der Kontextbezug im Museumsumfeld (vgl. Kapitel 4.3.8.) eventuell zu einer – wenn auch kurzfristigen – Aufhebung von Frustriert-Sein führt.

Bei den Analysen zeigte sich eine Interdependenz von Parametern im Lernprozess. So ging ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept meist mit einem hohen Grad an Interessiertheit einher. Diese Beobachtung bestätigt in der Literatur dargestellte Zusammenhänge, wenn zum Beispiel ein positiver Verstärkungszyklus zwischen der Bereitschaft zur Beschäftigung mit einem Thema und dem erfahrenen Lernerfolg sowie dem damit zusammenhängenden fachbezogenen Selbstkonzept beschrieben wird (KANFER & ACKERMAN 2005). Schwierig ist es jedoch dabei zu bestimmen, ob einer der beiden Parameter den anderen tatsächlich beeinflusst, oder ob es sich um eine Korrelation handelt, die wie bei der sprichwörtlichen Frage nach der logischen Reihenfolge von Ei und Henne keine eindeutigen, kausalen Bedingtheiten erkennen lässt. Zu dieser Problematik liefert die vorliegende Studie einige Hinweise, die in diesem Kapitel beleuchtet werden.

### **6.4.1. Abhängigkeit motivationaler Parameter vom Einstellungstyp**

Die theoretische Grundlegung des Parameters „Einstellungstyp“ lässt seine Verwendung als unabhängige Variable zu. Sowohl für die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts als auch für

die Interessiertheit und den langfristigen Lernerfolg hat sich diese Verwendung in der vorliegenden Arbeit als sinnvoll erwiesen, da zahlreiche signifikante Effekte auf die nach Einstellungstyp differenzierten Probanden nachgewiesen werden konnten. Zusätzlich wurden Tests durchgeführt, die auch die Theorie zum psychologischen Konstrukt der Einstellungsausprägung bestätigen und erweitern. In einer konsequenten Überprüfung der Parameter auf Abhängigkeit vom Einstellungstyp wurden verblüffende Resultate erzielt. Erstens waren mit einem Signifikanzniveau von  $p = 0,000^{***}$  alle erhobenen Parameter höchst signifikant abhängig vom Einstellungstyp, was aufgrund der theoretischen Basis des Konzepts zu vermuten war. Zudem jedoch zeigte sich in 27 von dreißig Fällen eine immer gleiche relative Verteilung der erreichten Scorewerte auf die drei vorkommenden Einstellungstypen (vgl. Tabelle 24). Unabhängig davon, um welches von zehn gemessenen Parametern es sich handelte, ob am Tag der Intervention selbst oder nach sechs Monaten gemessen wurde und welches Lernmodul durchlaufen wurde, blieb diese Verteilung weitgehend konstant. Dabei erzielte der Lernfreude-Typ die höchsten Scorewerte in den Parametern, der Gelangweilte Typ nahm eine Mittelstellung ein und der Zielorientierte Leistungs-Typ erzielte die niedrigsten Scorewerte. Je nachdem, welche anderen Parameter gemessen werden, kann diese Verteilung zwar variieren, wie die Untersuchungen von UPMEIER ZU BELZEN und CHRISTEN (2004) zeigen, und wie es auch in drei von dreißig Parametern in der vorliegenden Studie der Fall war. Bemerkenswert ist jedoch, dass innerhalb der Parameter die Verteilung gleich blieb, auch wenn eine andere oder keine Intervention stattfand. Die relative Verteilung des Antwortverhaltens ist sogar bis hin zur Ebene der Einzelitems konstant, wie die generellen Analysen zum Antwortverhalten innerhalb der Parameter zeigen (vgl. Abbildungen 4 und 9).

Die höchst signifikante Abhängigkeit der Parameter vom Einstellungstyp war sogar nachweislich stärker als die Abhängigkeit von der Intervention. Dies kann man daran erkennen, dass für die Gruppenzugehörigkeit zu Kontrollgruppe oder einer der beiden Versuchsgruppen zum großen Teil keine Abhängigkeit – oder nur für Einzelitems – nachgewiesen werden konnte. Im Falle des Parameters „Interessiertheit an der Thematik“ konnte diese unterschiedliche Abhängigkeitsstärke sogar direkt nachgewiesen werden. Am Tag der Interventionsstudie waren nämlich eine hoch signifikante Abhängigkeit dieses Parameters vom Gruppentyp und eine höchst signifikante Abhängigkeit vom Einstellungstyp nachweisbar. Als sechs Monate später der Test wiederholt wurde, zeigte sich nur noch eine weiterhin höchst signifikante Abhängigkeit vom Einstellungstyp, für den Gruppentyp konnte aber kein Effekt mehr nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 18). Diese Ergebnisse fundieren die konzeptionelle Basis der Einstellungstypen als Parameter zur Differenzierung von Probanden.

---

#### 6.4.2. Einstellungsänderung durch die Intervention?

Ebenso wie für die selbstkonzept- bzw. interessenrelevanten Einzelitems zeigten weibliche und männliche Probanden ein unterschiedliches Antwortverhalten in den beiden Versionen des Lernmoduls „Gut Zu Fuß“ innerhalb der für die Einstellung relevanten Einzelitems. Um die Ergebnisse zu vergegenwärtigen, seien hier die wichtigsten Resultate kurz interpretierend zusammengefasst. Einige Items wiesen für beide Versionen des Lernmoduls (mit und ohne initiierte Metakognition) vergleichbare Effekte auf. So war der Wunsch, dass die Schulzeit zu Ende wäre, bei Jungen nach beiden Versionen des Lernmoduls stärker als vorher. Auch beurteilten Jungen nach beiden Lernmodulen den Biologieunterricht als weniger interessant als vorher. Mädchen zeigten eine gesunkene Ablehnung gegenüber dem Abweisen der Schülermeinungen durch den Lehrer, was als Anerkennung der Lehrermeinung interpretiert werden kann. Nach dem Lernmodul ohne initiierte Metakognition lehnten Jungen hingegen das Herumkommandieren durch den Lehrer stärker ab als vorher. Auffällig war, dass bei Mädchen und Jungen in allen drei Items, die sich auf das Verhalten des Lehrers gegenüber den Schülern bezogen, im Lernmodul A ohne initiierte Metakognition signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zu beobachten war. Dies kann als Indiz für die Notwendigkeit der Differenzierung der Schülerschicht in Untergruppen gesehen werden, wenn man Auswirkungen von Interventionen untersucht.

Festzuhalten bleibt weiter, dass in zahlreichen Einzelitems tatsächlich signifikante Veränderungen stattgefunden haben, die durch die Intervention verursacht worden sein müssen. Dies zeigt, dass einzelne für die Einstellung relevante Aspekte durch eine einmalige Intervention beeinflussbar sind, auch kurzfristig. Das bedeutet nicht, dass sich die Einstellungsausprägung insgesamt geändert hat. Im Gegenteil, diese als Summenscore gemessene Gesamteinstellung zu Schule und Biologieunterricht wies keine nachweisbaren Veränderungen auf, weder für die Schüler insgesamt noch für die Untergruppen der Mädchen oder Jungen. Die relative Stabilität des Einstellungstyps wurde in seiner konzeptionellen Beschreibung bereits erwähnt (CHRISTEN et al. 2001; CHRISTEN 2004; UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004). Es wird aber auch angenommen, dass der Einstellungstyp über einen längeren Zeitraum hinweg veränderlich ist (UPMEIER ZU BELZEN & CHRISTEN 2004; JANOWSKI & VOGT 2006). Wahrscheinlich haben sogar unterschiedliche Unterrichtsstunden oder Aktivitäten auch unterschiedliche, vielleicht gegensätzliche Auswirkungen auf die einstellungsrelevanten Items. Auch die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen sowohl bei den in Deutschland als auch bei den in den USA erhobenen Stichproben, dass auch kurzfristige Interventionen Einfluss auf die Einstellung nehmen können, dass die Einstellung als Ganzes aber erst in einer längeren Beeinflussung

tatsächlich verändert werden kann. Dies unterstreicht, dass der Parameter „Einstellungstyp“ hinlänglich stabil ist, um ihn als unabhängige Variable zur Bildung von Untergruppen der Schülerschaft zu benutzen und so zwischen den Effekten von Interventionen genauer differenzieren zu können.

### **6.4.3. Wechselwirkungen zwischen einzelnen motivationalen Parametern**

In der Literatur wird die gegenseitige Wechselwirkung von motivationalen Parametern untereinander postuliert (KRAPP 1997; KRAPP & RYAN 2002; DECI & MOLLER 2005; DWECK & MOLDEN 2005; KANFER & ACKERMAN 2005). Die vorliegende Studie bestätigt diesen Zusammenhang bei den untersuchten Parametern empirisch. Die Korrelation von Parametern fordert dazu heraus, dass die Richtung der Abhängigkeit hinterfragt wird. Ist eine Korrelation zwischen Einstellungstyp und Interessiertheit an der Thematik ein Indiz dafür, dass es die Interessiertheit ist, die von der Gesamteinstellung abhängt? Oder kann auch der umgekehrte Fall eintreten, dass die Einstellung von der jeweiligen thematischen Interessiertheit abhängt? Möglich wäre auch ein rein zufälliges Korrelieren der Parameter, was aber in den vorliegenden Fällen aufgrund der theoriebasierten Erklärungsmöglichkeiten unwahrscheinlich ist. Die Beziehung zwischen den interesserelevanten Parametern zum Einstellungstyp ist wechselseitig. Der Einstellungstyp ist nachweislich ein sehr stabiles Element, das thematische Interesse hingegen je nach Thema wechselhaft und daher unter anderem von der Einstellung abhängig. Andererseits wird die Einstellung zu einem großen Teil von den langfristigen individuellen Interessen geprägt, die sich aus zahlreichen einzelnen, positiv verlaufenden Person-Gegenstands-Auseinandersetzungen ergeben. Die Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung ist eng mit der Interessiertheit an Thematik und Methodik verbunden, wie die Untersuchung zeigte. Dies bestätigt den in der Konzeption der Interessentheorie (KRAPP 1992a) beschriebenen Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern.

Der Lernerfolg nach sechs Monaten korreliert ebenfalls hoch mit dem Einstellungstyp. Über diesen Zeitraum hinweg ist normalerweise kein Wechsel des Einstellungstyps zu erwarten (CHRISTEN et al. 2001), wohl hingegen ein auf individueller Lernintensität und auf Vergessen beruhendes, unterschiedliches Abschneiden im Leistungstest. Der Lernerfolg hängt neben diesen weiteren Faktoren auch vom Einstellungstyp ab. Auch hier ist aber auch die umgekehrte Wirkungsrichtung denkbar, da die Erfahrung von häufig gutem Lernerfolg sicherlich auch die Einstellung des Lerners zum Fach beeinflusst. Weitere Korrelationen des Lernerfolgs ergaben sich für alle anderen erfassten Parameter. Die Relevanz dieser motivationalen Komponenten für

---

den Lernerfolg, der für die Leistungsmessung in Schulen essentiell ist, darf demnach nicht unterschätzt werden.

Eine Wechselwirkung liegt auch zwischen dem Einstellungstyp und dem ebenfalls überdauernden Fähigkeitsselbstkonzept vor. Das Fähigkeitsselbstkonzept ist bei Lernern mit unterschiedlichen Einstellungstypen sicherlich verschieden, wobei das Fähigkeitsselbstkonzept selbst vermutlich ein Parameter ist, das die Einstellung mitbestimmt. Ebenfalls weisen Interessiertheit und Fähigkeitsselbstkonzept eine wechselseitige Interdependenz auf. Wie KANFER (2005) beschreibt, kann die intensive Auseinandersetzung mit einem Thema sowohl ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept in diesem Bereich als auch ein überdauerndes, langfristiges Interesse daran bewirken. Dies wiederum kann die weitergehende Beschäftigung mit dem Gegenstand begünstigen und so in einem Zyklus positiver Verstärkung beide motivationalen Parameter langfristig günstig beeinflussen.

#### **6.4.4. Didaktische Relevanz**

Die Ergebnisse der Studie belegen einen Zusammenhang zwischen den motivationalen Parametern „Interessiertheit“, „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ und „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“. Eine positive Beeinflussung der Parameter kann demnach ebenfalls positive Auswirkungen auf die anderen Parameter haben. Sehr deutlich konnte dies für die Parameter „Interessiertheit“ und „Fähigkeitsselbstkonzept“ gezeigt werden. Je höher die Interessiertheit an Thema und Methodik war, desto höher war auch das damit verbundene Fähigkeitsselbstkonzept – und umgekehrt. Die Bedeutung der bereits vielfach geforderten Interessenförderung im Unterricht (SCHIEFELE et al. 1983; KRAPP 1992a; VOGT 2000; SPITZER 2002) kann daher aufgrund der Studie nur unterstützt werden. Auch die Förderung eines positiven Fähigkeitsselbstkonzepts – zum Beispiel durch die Ermöglichung von Kompetenzerleben im Unterricht – kann als Ziel von Unterricht gelten, da von einer positiven Rückwirkung auf die langfristige Interessengenese und auf den Lernerfolg auszugehen ist. Die in der Intervention getestete initiierte Metakognition hat sich dabei als ebenfalls möglicher Ansatzpunkt erwiesen. Das Erweitern der Lernerfahrung durch die Betrachtungen der Inhalte und der Methodik auf Metaebene durch die Schüler kann bei einer konsequenten und langfristigen Durchführung zu selbstkonzeptrelevanten Veränderungen führen. Durch die gegenseitige Abhängigkeit erfolgt dadurch erwartungsgemäß auch eine positive Beeinflussung weiterer motivationalen Parameter.

Die Einstellungstypen haben sich als geeignete Variable erwiesen, um Schüler zu differenzieren. Die Kategorisierung ist so aussagekräftig und stabil, dass eine in regelmäßigen Abständen erfolgende Erfassung der Einstellungstypen in Schulklassen empfohlen werden kann. Dadurch soll keine Stigmatisierung von Schülern stattfinden, sondern vielmehr könnte eine reflektierte, zielgerichtete Förderung einzelner Schüler ermöglicht werden. Als günstigste Einstellungsausprägung hat sich in der Studie der Lernfreude-Typ erwiesen, der konsequent die höchsten Scorewerte erzielte. Dies erlaubt die Schlussfolgerung, dass eine Förderung der Schüler darauf zielen sollte, möglichst viele Schüler aus den anderen Kategorien der Einstellungsausprägungen in die Kategorie „Lernfreude-Typ“ zu überführen. Die Förderung der Lernfreude sollte daher oberste Priorität haben. Dies könnte als Gegensatz zu manchen schulpolitisch vorgeschlagenen Konzepten gelten, die zum Beispiel das Einstudieren und Auswendiglernen von Fakten oder eine strenge Disziplin fordern (BUEB 2006). Allerdings ist dies nicht erwiesenermaßen ein Gegensatz, weil aus der Erfassung der Einstellungstypen nicht hervorgeht, inwiefern die Schüler des Lernfreude-Typs beispielsweise auch gleichzeitig über hohe Kompetenzen im Bereich der Selbstdisziplin verfügen.

Die Ergebnisse belegen eine starke Beeinflussung der motivationalen Konstitution von einstellungsrelevanten Aspekten, konkret mit der generellen Einstellung zu Schule und Unterricht. Wie auch in der politischen Diskussion um mögliche Verbesserungen im Schulsystem oftmals anklingt, spielt daher auch das Elternhaus eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Lerndisposition von Schülern. Die grundlegende Einstellung zu Schule und Unterricht wird nämlich ohne Zweifel stark durch das Elternhaus geprägt. Damit sind Kinder aus bildungsfernen Bevölkerungsgruppen oftmals von vorneherein benachteiligt, wenn sie der Bildung gegenüber generell eher negativ eingestellt sind. Dadurch ergibt sich die didaktische Konsequenz, dass auch die Einstellung zu Schule und Unterricht ein Ansatzpunkt sein kann, der gezielt durch unterrichtliche Maßnahmen gefördert werden sollte. Schule und Unterricht sollten alle Möglichkeiten nutzen, eine positive Einstellung zum Lernen, zur Schule als Institution und zum Unterricht zu prägen. Neben positivem, konstruktivem Feedback in Unterrichtssituationen und dem Ermöglichen von Kompetenzerleben, dem Gefühl sozialer Eingebundenheit und Selbständigkeit im Unterricht, kann dabei auch die persönliche Identifikation mit der Schule positiv wirken. Die Teilnahme an AGs und eine Präsentation dort erstellter Produkte, beispielsweise bei einem Tag der offenen Tür, könnte ein Beispiel dafür sein. Auch Events in Zusammenarbeit mit regionalen Institutionen oder Vereinen und schulinterne Projekte mit Presseecho haben identifikationsstiftende Wirkung auf Schüler. Im Fach Biologie bietet sich beispielsweise eine Kooperation mit ortsnahen Naturschutzverbänden an. Die Öffnung von Schule über die Schulhofgrenzen hinaus durch Exkursionen und die Nutzung außerschulischer

---

Lernorte – wie Museen und Schülerlabore – fördern neben der Identifikation mit der Schule auch die Lernfreude. Auch wenn die kausale Beeinflussung kaum quantitativ erfassbar ist, kann so aus dem Zusammenspiel vieler Einzelfaktoren die Einstellung und die Motivation der Schüler nachhaltig positiv beeinflusst werden.

## **6.5. Ein Vergleich zwischen Deutschland und den USA – Motivational relevante Aspekte für wissenschaftsorientierten Biologieunterricht bei zwei Modellgruppen**

Motivationale Parameter wie Selbstkonzept, Interesse und Einstellung sind von zahlreichen Faktoren abhängig. Wie bei allen theoretischen Konstrukten ist es geradezu unmöglich, alle relevanten, Einfluss nehmenden Faktoren zu bestimmen. Von personinternen über situationsbezogene Faktoren hinweg bis hin zu Faktoren des generellen persönlichen und gesellschaftlichen Umfelds können die motivationalen Bedingungen mitbestimmt werden. In der vorliegenden Studie wurde ein internationaler Vergleich vorgenommen, um möglicherweise existierende gesellschaftliche Einflussfaktoren aufzudecken. Der Vergleich fand zwischen deutschen und amerikanischen Jugendlichen der neunten Jahrgangsstufe statt, deren Fähigkeitsselbstkonzept, Interessiertheit und Einstellung zu Schule und Biologieunterricht erfasst und verglichen wurden. Wie bereits erwähnt handelt es sich um einen Vergleich von deutschen Schülern aus insgesamt elf verschiedenen Gymnasien im Umkreis von Bonn mit Gleichaltrigen aus einer dem Gymnasium vergleichbaren High School in San Diego, Kalifornien.

### **6.5.1. Allgemeines Antwortverhalten der Probanden**

Das Antwortverhalten der deutschen und amerikanischen Jugendlichen unterschied sich in den Parametern „Fähigkeitsselbstkonzept“, „Interessiertheit“ „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“. Signifikante Unterschiede konnten sowohl in Einzelitems als auch in als Faktoren zusammengefassten Itemgruppen nachgewiesen werden. Jedes der drei psychologischen Konstrukte wurde über diese Einzelskalen als gesamtes in einem Gesamtsummenscore erfasst. Da jeweils nicht alle relevanten Einzelitems signifikante Unterschiede aufwiesen, war der Gesamtsummenscore in keinem der drei Fälle signifikant. Eine insgesamt ähnliche und dadurch vergleichbare Situation ist daher anzunehmen.

### **6.5.2. Unterschiede im Fähigkeitsselbstkonzept zu wissenschaftsorientierten Aufgabenstellungen**

Die zugrunde liegende Hypothese besagt, dass die amerikanischen Schüler ein positiver ausgeprägtes Fähigkeitsselbstkonzept aufweisen als die deutschen, weil die *Scientific Method* in

---

den USA bereits junge Schüler gelehrt wird. Die Hypothese kann insgesamt nicht verifiziert werden, nur in Teilbereichen des Fähigkeitsselbstkonzepts trifft sie zu. Im Bereich des Fähigkeitsselbstkonzepts war das gesamte Antwortverhalten – zunächst ohne Berücksichtigung von Signifikanzen – bei den deutschen Schülern positiver geprägt, wenn es um konkrete, wissenschaftsorientierte Aufgabenstellungen ging. Die amerikanischen Schüler erzielten hingegen bessere Werte, wenn es um Problemstellungen im allgemeinen, wissenschaftsorientierten Kontext ging, und die eine wenig konkrete Aufgabenstellung hatten. Außerdem trauten sich die amerikanischen Schüler das Präsentieren von Ergebnissen besser zu als die deutschen. Diese drei beschriebenen Bereiche entsprechen den Unterskalen, die die Hauptfaktoren des Fähigkeitsselbstkonzepts bilden. Für den Faktor „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“, in dem die deutschen Schüler auch auf der Ebene der Einzelitems signifikant bessere Werte erzielten, ließen sich höchst signifikante Unterschiede zwischen den beiden Modellgruppen nachweisen. Für die anderen Bereiche konnten auf der Faktorebene keine Signifikanzen aufgedeckt werden. Verlässliche Aussagen über Unterschiede im Antwortverhalten sind daher auf der Faktorebene nur für den Faktor 3 „Wissenschaftliches Arbeiten konkret“ möglich.

Ein höchst signifikanter Unterschied zeigte sich in Item 14, das sich auf das Selbstvertrauen bei der Planung eines Experiments bezieht. In diesem Item erzielten die amerikanischen Probanden höhere Scorewerte. Dieses Item beinhaltet einen interindividuellen Aspekt, die Schüler sollten sich im Vergleich zu ihren Klassenkameraden einschätzen. Vermutlich spielte dies zusätzlich eine Rolle dabei, dass die amerikanischen Schüler so viel besser abschnitten, denn für kalifornische Schüler wurde festgestellt, dass ihr allgemeines Selbstkonzept generell stark positiv ausgeprägt ist (LITTLE ET AL. 1995, zitiert nach FEND 1997). Bei den Beobachtungen der Lernmodule während des Aufenthaltes in San Diego konnte in diesem Zusammenhang beobachtet werden, dass eine auffallend große Anzahl der Kommunikationseinheiten zwischen Eltern/Erziehern und Kindern darin bestand, dass die Kinder positiv verstärkt und in ihrem Selbstbewusstsein unterstützt wurden. Typische Formulierungen waren *“You can do it!”*, *“Just try!”* oder *“You did a very good job!”* Zu vermuten ist, dass diese stetigen positiven Rückmeldungen zu einem insgesamt positiven Selbstbild der Schüler, hohem Selbstvertrauen und einer generell optimistischen Einstellung zu den eigenen Fähigkeiten und Bewältigungsstrategien führt, was sich wiederum positiv auf das Fähigkeitsselbstkonzept auswirkt. Offenbar wirkt sich dieser Effekt jedoch nicht auf das Zutrauen in die eigene Leistungsfähigkeit beim Bearbeiten von spezielleren Fragestellungen aus. Zwar schnitten die amerikanischen Jugendlichen im Bereich des Fähigkeitsselbstkonzepts zu allgemeinen

wissenschaftsorientierten Fragestellungen leicht besser ab, aber die deutschen Jugendlichen besaßen ein signifikant höheres Fähigkeitsselbstkonzept hinsichtlich konkreter wissenschaftsorientierter Aufgaben.

### 6.5.3. Die *Scientific Method*: Bekanntheitsgrad und Interessiertheit

Hinsichtlich der Interessiertheit lautet die zugrunde liegende Hypothese, dass diese bei den Schülern aus den USA stärker ausgeprägt ist als bei den deutschen Schülern. Dies wäre aufgrund der theoretischen Fundierung zu erwarten, weil ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept zu einer vermehrten Beschäftigung mit ähnlichen Inhalten führen kann (KANFER & ACKERMAN 2005). Wie sich bereits zeigte, war das Fähigkeitsselbstkonzept der amerikanischen Schüler nicht generell stärker ausgeprägt als bei den deutschen. Auch für die Interessiertheit konnte der erwartete Effekt nicht nachgewiesen werden. Die Hypothese muss demnach falsifiziert werden.

Ein Einzelitem zum Parameter „Interessiertheit“ wurde von den Probanden der beiden Nationen unterschiedlich beantwortet. Es handelt sich um das Item 21, in dem es um die Interessiertheit am Kennenlernen wissenschaftlicher Arbeitsmethoden geht. Die deutschen Probanden wiesen in diesem Item eine höhere Interessiertheit auf als die amerikanischen. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte darin liegen, dass die amerikanischen Schüler mit dem naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg vertrauter sind als die deutschen. In Kalifornien wird die *Scientific Method* bereits im dritten Schuljahr unter diesem Begriff und mit den einzelnen Arbeitsschritten eingeführt. Auch die Schüler der dritten Klassen, die im *San Diego Natural History Museum* befragt wurden, trauten sich die Erklärung dieser Methodik sehr gut zu, der Begriff *Scientific Method* war ihnen geläufig. Selbst bei viel älteren deutschen Schülern sind hingegen der Begriff und der Prozess des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs weitgehend unbekannt. Wie SJØBERG (2002) herausstellte, kann das Empfinden eines hinlänglichen Bekanntheitsgrads bestimmter Themenbereiche ein weniger hohes Interesse an diesen Themen bedingen. Wenn wissenschaftliche Arbeitsmethoden im Unterricht der für die vorliegende Studie ausgewählten High School im Vergleich zu den in die Studie eingegangenen deutschen Schulen häufiger thematisiert und Experimente öfter durchgeführt werden, könnte dies eine geringere Interessiertheit der amerikanischen Probanden an diesem Themenbereich bewirken. In den in der Untersuchung berücksichtigten deutschen Schulen ist die Thematik und Methodik wissenschaftlichen Arbeitens möglicherweise weniger präsent, so dass ein durchweg höheres Interesse daran besteht. Hierin könnte auch eine Erklärung dafür liegen, dass die amerikanischen Schüler tendenziell bei den selbstkonzeptrelevanten Items zum allgemeinen

---

wissenschaftsorientierten Arbeiten besser abschnitten als die deutschen. Die generelle Methodik wissenschaftlichen Arbeitens ist ihnen vermutlich bekannter. Möglicherweise ist ihnen auch das Experimentieren im Unterricht vertrauter. Ein Indiz dafür könnte sein, dass in der für die Studie ausgewählten High School mehrere spezielle Räume existieren, die für die Experimente der naturwissenschaftlichen Fächer ausgestattet sind, was bei deutschen Schulen eher eine Seltenheit ist.

Auch wenn das Einführen der Methodik naturwissenschaftlichen Arbeitens in frühen Schuljahren möglicherweise aufgrund eines erhöhten Bekanntheitsgrads mit einer Einbuße der durchschnittlichen Interessiertheit an den Verfahren einhergehen kann, sollte dies dennoch als positiv erachtet werden. Zum einen resultiert daraus offenbar eine starke Vertrautheit mit und ein hohes Fähigkeitsselbstkonzept bei wissenschaftsorientierten Aufgaben – auch mit einem relativ hohen Abstraktionsgrad. Die Transferbildung gelingt möglicherweise im Zusammenwirken mit einem großen methodischen Selbstvertrauen besser. Zum anderen kann sich bei einzelnen Schülern, die im statistischen Durchschnitt keine Beachtung finden, sicherlich schon früh ein bereichsspezifisches Interesse ausbilden, das auch bzw. gerade bei großer Vertrautheit mit der Methodik wächst. Wie von KANFER und ACKERMANN (2005) beschrieben, kann nämlich die intensive Beschäftigung mit einem Thema mit einem hohen Fähigkeitsselbstkonzept in diesem Bereich und gleichzeitig einem überdauernden langfristigen Interesse daran einhergehen. Hieran wird die begrenzte Aussagefähigkeit von quantitativen Analysen deutlich, denn das Selbstkonzept bzw. die Interessiertheit auf Individualebene kann bei einer quantitativen Datenanalyse nicht erfasst werden.

#### **6.5.4. Einstellungsausprägungen deutscher und amerikanischer Probanden**

Wegen der durch das gesamte Schulsystem bedingten unterschiedlichen Lernerfahrungen der Schüler in den USA und in Deutschland besagt eine der zugrunde liegenden Hypothesen, dass die Einstellung zu Schule und Biologieunterricht der Schüler in beiden Nationen differieren. Diese Hypothese trifft insofern zu, als in einzelnen einstellungsrelevanten Items Unterschiede zwischen den Probanden beider Nationalitäten gefunden wurden. Die Ergebnisse aus der Fragebogenerhebung zur Einstellungsausprägung ergaben, dass die erfassten Schüler aus den USA eine stärkere Ablehnung gegenüber der Schule im Allgemeinen zeigten. Sie empfanden zudem einen leicht höheren Leistungsdruck als die deutschen Probanden. Die deutschen Schüler äußerten eine höhere Zufriedenheit mit der didaktisch-methodischen Ausgestaltung des

Biologieunterrichts. Sie lehnten ungerechtes und dominantes Lehrerverhalten stärker ab als die amerikanischen Probanden.

Der stärker empfundene Leistungsdruck und die negativere Einstellung zur Schule auf Seiten der amerikanischen Schüler könnte zunächst als Widerspruch zu dem wahrscheinlich stark ausgeprägten allgemeinen Selbstkonzept aufgefasst werden. Andererseits kann ein positives allgemeines Selbstkonzept auch dazu führen, dass Schule als unnötiger Zwang und Noten bzw. Prüfungssituationen als lästig und unangenehm empfunden werden. Beim allgemeinen Selbstkonzept und beim Fähigkeitsselbstkonzept handelt es sich um verschiedene, nur in Teilen übereinstimmende Konstrukte. Speziell das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen ist ein eher akademisch ausgerichtetes Konstrukt, während das allgemeine Selbstkonzept sich auf ganz andere Lebensbereiche bezieht. Starke Ablehnung von Schule und ein hoher Leistungsdruck bei den amerikanischen Schülern weisen darauf hin, dass die Orientierung der befragten Schüler eher auf andere Lebensbereiche als auf Schule ausgerichtet ist – zumindest stärker als bei den erfassten deutschen Probanden.

Die Probanden aus den USA entsprachen nach den für deutsche Schulen entwickelten Kategorien der Einstellungstypen (CHRISTEN et al. 2001) am ehesten dem Frustrierten Typ. Gemeinsam waren Ihnen und diesem Einstellungstyp eine negative Einstellung zur Schule allgemein, dass die methodisch-didaktische Ausgestaltung des Biologieunterrichts negativer als von den Schülern der anderen Einstellungsausprägungen bewertet wurde und ein relativ stark empfundener Leistungsdruck. Auch dass das kognitive Selbstkonzept – eventuell im Gegensatz zum allgemeinen Selbstkonzept – geringer ausgeprägt war, trifft auf die amerikanischen Probanden zu. Ungerechtes Lehrerverhalten hingegen wurde von den deutschen Probanden stärker abgelehnt als von den amerikanischen. Beim Frustrierten Typ ist dies eigentlich ein typisches Merkmal. Anzunehmen ist, dass die Skala und die Typeneinteilung, die für deutsche Schulen entwickelt wurde, ohnehin nicht eins zu eins auf die amerikanischen Schüler übertragbar ist. Eine Überprüfung des Instruments zur Einteilung von Einstellungstypen im internationalen Kontext wäre sicher sehr lohnenswert.

#### **6.5.5. Perspektiven für die weitere Forschung**

Insgesamt verfügten die amerikanischen Schüler im Bereich des Fähigkeitsselbstkonzepts in einem Item über ein signifikant höheres Selbstvertrauen. Das hohe Selbstvertrauen bezieht sich offensichtlich auf einen zumindest an der ausgewählten Schule vertrauten Themenbereich (Planung eines Experiments) und könnte teilweise durch die ohnehin hohe interindividuelle

---

Selbsteinschätzung erklärt werden (Vergleich zu Klassenkameraden). In zwei anderen, akademisch orientierten und nicht von situationsbedingten Umständen überlagerten Items, erzielten die deutschen Probanden signifikant höhere Scorewerte. Auch aufgrund der Analysen zur Einstellung zu Schule und Biologieunterricht liegt für die Interpretation nahe, zwischen dem allgemeinen Selbstkonzept und dem eher akademisch geprägten Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen zu differenzieren. Zwar wurde das allgemeine Selbstkonzept nicht im Fragebogen erfasst, die Ergebnisse der anderen Fragebogeneinheiten und der Beobachtung der verschiedenen Klassen lassen aber die Vermutung zu, dass bei den amerikanischen Probanden das allgemeine Selbstkonzept höher ausgeprägt war als bei den deutschen. Das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen hingegen war bei den deutschen Probanden zumindest in einem der drei Hauptfaktoren signifikant stärker ausgeprägt. Für weitere Studien wäre es wertvoll, parallel das allgemeine Selbstkonzept (SCHWARZER & JERUSALEM 1999) zu erfassen, um die in der vorliegenden Studie gefundenen Ergebnisse zu überprüfen. Beispielsweise ließe sich beim nur leicht aber nicht signifikant besseren Abschneiden der amerikanischen Schüler in zweien der Hauptfaktoren genauer differenzieren, ob dieser Effekt möglicherweise durch ein ohnehin stark ausgeprägtes allgemeines Selbstkonzept und Selbstvertrauen bedingt ist. In diesem Fall würde sich möglicherweise ergeben, dass die deutschen Schüler nicht nur in einem der Hauptfaktoren des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen günstigere Ausgangsbedingungen besitzen.

Bezogen auf alle erfassten Parameter sind insgesamt nur wenige, aber sehr deutliche Unterschiede im Antwortverhalten der Probandengruppen beider Nationalitäten zu finden. Unterschiedliches Antwortverhalten bei validiert gleichen Items lässt den Schluss zu, dass tatsächlich Unterschiede im Fähigkeitsselbstkonzept, in der Interessiertheit und in der Einstellung existieren. Für eine noch aussagekräftigere Interpretation wäre es sinnvoll, die Skalen zur Erfassung der genannten Parameter nochmals einer intensiven Überprüfung zu unterziehen. Dabei kann es sogar sein, dass aufgrund von unterschiedlicher Prägungsgeschichte durch Schulsystem, gesellschaftliche und familiäre Hintergründe für die deutschen und amerikanischen Tests unterschiedliche Items eine tragende Rolle spielen, so dass je nach Nationalität unterschiedliche Items zur Bestimmung der Konstrukte benutzt werden müssen. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Vergleichbarkeit der in der vorliegenden Studie verwendeten Modellgruppen eingeschränkt ist, weil die deutschen Probanden aus insgesamt elf verschiedenen Gymnasien, die amerikanischen jedoch von ein und derselben Schule stammen. Für die weitere Forschung können die Ergebnisse aber erste Hinweise liefern und ein Anreiz sein, sich mit der statistischen Absicherung der internationalen Übertragbarkeit der Instrumente und mit der Erfassung weiterer Probanden und Parameter intensiv auseinanderzusetzen.

## 6.6. Vorzeigeprojekte? – Evaluation zweier Lernmodule am San Diego Natural History Museum

US-amerikanische Bildungsprogramme im Bereich der außerschulischen Bildung werden oft als Vorreiter für innovative Ideen gesehen. Da die Museen in den USA im Gegensatz zu den deutschen nicht staatlich finanziert sind, spielt die Bildungsarbeit in den Museen in finanzieller Hinsicht eine herausragende Rolle und ist dadurch stärker entwickelt als in vielen deutschen Museen. Können diese Programme wirklich als Vorreiter gelten? Um diese Frage zu klären, wurden zwei Lernmodule am *San Diego Natural History Museum* evaluiert und hinsichtlich der Auswirkungen auf motivationale Aspekte des Lernens überprüft.

### 6.6.1. Museumspädagogik in den USA

Konzepte für Umweltbildung besitzen in den USA einen hohen gesellschaftlichen Stellenwert und haben in der informellen Bildung durch die Gründung zahlreicher Zentren für Umweltbildung auch an Museen Niederschlag gefunden (z.B. *The Field Museum*, Chicago; Museen der *Smithsonian Institution*, *American Museum of Natural History*, New York). Am *San Diego Natural History Museum* wird über die grundlegende Museumspädagogik hinaus das Ziel verfolgt, interdisziplinäre, allgemeine Umweltbildungsarbeit durch das Museum anzubieten. Dies schlägt sich zum Beispiel auch in der Namensgebung wieder, die Bildungsabteilung trägt den Titel *Environmental Science Education Center*. Das Bildungsprogramm reicht weit über Kurse der klassischen Museumspädagogik hinaus. Viele Kurse finden außerhalb des Museumsgebäudes statt und integrieren mit ca. 800 Personen eine überaus große Anzahl von freiwilligen Mitarbeitern bei der Durchführung der Kurse. Dazu gehören zum Beispiel *Whale Watching* Touren in Kooperation mit einer örtlichen Schiffsgesellschaft, geführte *Nature Walks* in die Umgebung, Exkursionen in natur- und kulturwissenschaftlich attraktive Gebiete wie Weinanbaugebiete, Wüste, Berge, Gezeitenzone, Seen etc. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden für die hier dargestellten Studien Kurse aus dem klassisch museumspädagogischen Programm gewählt.

---

### 6.6.2. Die pädagogische Konzeption der Lernmodule und ihre Effekte auf Interessiertheit und Fähigkeitsselbstkonzept

Die ausgewählten Kurse unterschieden sich hinsichtlich ihrer pädagogischen Konzeption, wie in Kapitel 5.2.1. dargestellt wurde. Der Kurs „*Autumn Harvest*“ ist in seiner gesamten Konzeption vor allem darauf ausgerichtet, dass er für die Teilnehmer ein bleibendes Erlebnis ist, das Spaß erzeugt. Die Vermittlung spezieller Lerninhalte ist sekundär. Das Lernmodul „*School in the Park*“ ist für die Schüler Teil ihres Unterrichts und ist daher von der gesamten Konzeption her mehr auf die gezielte Vermittlung von Wissen ausgerichtet. Von dieser grundsätzlichen Verschiedenheit im Konzept her gesehen ist zu erwarten, dass die Effekte der Lernmodule unterschiedlich sind. Im Hinblick auf die motivationalen Aspekte des Lernens sollte ein Modul wie „*Autumn Harvest*“ daher vor allem im Bereich der Interessiertheit erfolgreich sein. Ein Lernmodul wie „*School in the Park*“ sollte dagegen die angestrebten Lernziele im Bereich des Wissens aber auch das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen positiv beeinflussen.

Die Ergebnisse der Analysen entsprechen diesen Erwartungen an die Lernmodule. Die Hypothese, dass das spaßorientierte Lernmodul die Interessiertheit an der Thematik stärker fördert als das wissenschaftsorientierte Lernmodul kann verifiziert werden. Eine weitere Hypothese lautet, dass das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen im wissenschaftsorientierten Lernmodul stärker gefördert wird als im spaßorientierten Lernmodul. Diese Hypothese kann mit Einschränkung verifiziert werden. Denn wie bereits in der deutschen Studie beobachtet, beeinflussten auch die beiden in den USA evaluierten Lernmodule, die eine relativ kurze Interventionsdauer abdeckten, nicht das als Summenscore erfasste Gesamtkonstrukt des Fähigkeitsselbstkonzepts oder der Interessiertheit. In beiden Bereichen wurden aber einzelne Items signifikant beeinflusst. Während das spaßorientierte Lernmodul „*Autumn Harvest*“ im Bereich der Interessiertheit an der Thematik des Kurses einen steigernden Effekt hatte, ist das Fähigkeitsselbstkonzept in diesem Modul unbeeinflusst bzw. wurde in einem Item, das sich auf die Fähigkeit zur selbständigen Lösungsfindung bei Problemen in einer Gruppenarbeit bezieht, sogar gesenkt. Das wissenschaftsorientierte Lernmodul „*School in the Park*“ hingegen hatte genau umgekehrte Auswirkungen. Die Interessiertheit an der Thematik „Angepasstheit von Tieren an ihren Lebensraum“ wurde bei den Schülern gesenkt, in einem zum Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen gehörenden Item hingegen erzielten die Probanden nach dem Kurs höhere Werte als vorher. In diesem Item geht es um das Vertrauen in die eigene Leistung, auch wenn der Lehrer / die Lehrerin die Leistungsfähigkeit anzweifelt. Die

geringe Anzahl der Items mit signifikant nachweisbarer Beeinflussung lässt sich auf die generelle Stabilität der erfassten Parameter (Interessiertheit und Fähigkeitsselbstkonzept) zurückführen.

Insgesamt lassen sich diese Ergebnisse gut mit den im deutschen Lernmodul gewonnenen Daten vergleichen. Die intensivierete Auseinandersetzung mit Thema und Methodik, die im deutschen Lernmodul „Gut zu Fuß“ durch metakognitive Phasen erzielt wurde, wurde im wissenschaftsorientierten Lernmodul „*School in the Park*“ durch eine lange Interventionsdauer und zahlreiche Wiederholungs- und Festigungsphasen erzielt. In diesen Lernmodulen sanken interesserelevante Teilscores der Probanden. Fehlten diese Elemente, sondern erfolgte eine weniger auf die Lerninhalte sondern mehr auf Lernfreude bezogene Vermittlung, konnte eine Steigerung interesserelevanter Teilscores beobachtet werden.

### 6.6.3. Veränderungen im Bereich der Einstellung

Hinsichtlich der Einstellung zu Schule und Biologieunterricht wurde die Hypothese formuliert, dass keines der beiden Lernmodule die Einstellung verändert, denn für eine derartige Beeinflussung dieses relativ stabilen Parameters sei die Interventionsdauer zu kurz. Tatsächlich waren es nur vier von elf einstellungsrelevanten Items, in denen sich eine signifikante Beeinflussung durch die Kurse zeigte. Im Anschluss an das spaßorientierte Lernmodul „*Autumn Harvest*“ erzielten die Probanden im Item „*Learning is fun*“ ein signifikant niedrigeres Scorelevel als vor dem Lernmodul. Dies lässt sich im Zusammenhang mit der gesteigerten Interessiertheit an der Thematik des Lernmoduls so interpretieren, dass die Schüler das Lernmodul durchweg nicht als Lernen empfunden haben. Das Lernmodul hat ihnen wahrscheinlich soviel Spaß gemacht, dass sie nachher weniger Lust zum „Lernen“ hatten – was ihrer Empfindung nach nicht das ist, was sie im Lernmodul getan haben.

Im Lernmodul „*School in the Park*“, in dem die Museumslehrerin in der Tat einen sehr großen Redeanteil hatte, lehnten die Schüler nach dem Kurs einen Lehrermonolog weniger ab als vor dem Kurs. Sie empfanden weniger als vor dem Kurs, dass ein solcher Lehrermonolog zulasten der Qualität des Fachs Naturwissenschaften geht. Im Zusammenhang damit kann gesehen werden, dass die Schüler dem eigenen Lernen in den Naturwissenschaften weniger Bedeutung beimaßen als vor dem Kurs. Möglicherweise entsprach gerade das viele Sprechen eines Lehrers ihrem Bild von Wissenschaft, an der sie in dieser Form wenig Interesse haben.

---

Nach beiden Lernmodulen wurden Ärgereien zwischen Jungen und Mädchen stärker abgelehnt als vor dem jeweiligen Lernmodul. Dies ist eine positiv zu verzeichnende Auswirkung, spricht sie doch für eine positive Integration der Schüler im Klassenverband durch beide Lernmodule.

#### **6.6.4. Auswirkungen des spaßorientierten Lernmoduls „Autumn Harvest“ auf weibliche und männliche Probanden**

Ein ähnliches, aber differenzierteres Bild ergibt sich bei der Analyse von Effekten beider Lernmodule auf die Probanden unter Berücksichtigung ihres Geschlechts. Der Effekt, dass das spaßorientierte Lernmodul „Autumn Harvest“ fähigkeitsselbstkonzeptrelevante Itemscores senkt, wird bei der geschlechtsspezifischen Analyse noch viel deutlicher, vor allem bei den Mädchen. Bei ihnen waren es insgesamt fünf Items, die signifikante Effekte in dieser Richtung zeigten, bei allen fünf war das Fähigkeitsselbstkonzept der Mädchen nachher niedriger als vor dem Kurs. In einem dieser Items zeigten die Jungen einen signifikant gegenläufigen Effekt, und zwar wenn es um das systematische Ordnen von Informationen ging. Ansonsten wurde ihr Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen durch dieses Lernmodul nicht beeinflusst. Dass im Kurs „Autumn Harvest“ das Fähigkeitsselbstkonzept der Mädchen eher negativ geprägt wurde, hängt möglicherweise damit zusammen, dass die Kursstruktur eher den Wünschen von Jungen entgegen kam als denen von Mädchen. Viele der in einer deutschen Studie zu gelungenem Unterricht befragten Mädchen wünschten sich zusätzliches Übungs- und Erklärungsmaterial, Lösungsblätter, Merksätze etc., also einen relativ stark strukturierten Unterricht und kontrollierten Lernfortschritt (JAHNKE-KLEIN 2005). Jungen hingegen mochten kurze Erklärungen, komplexe Aufgaben, einen schnellen Themenwechsel, wenige Übungsaufgaben und einen insgesamt schnellen Unterrichtsfortgang. Bei Aufgaben und Unterrichtsgesprächsphasen, bei denen es auf die Verwendung der Versuch-und-Irrtum-Methode ankam – die im Modul „Autumn Harvest“ vorherrschte – beteiligten sich Jungen stärker als Mädchen am Unterrichtsgeschehen (JAHNKE-KLEIN 2005). So waren es auch in der vorliegenden Studie die Jungen, die nach dem Kurs die bereits im Durchschnitt gemessene gestiegene Interessiertheit an der Thematik des Kurses aufwiesen. Die Mädchen hingegen zeigten keine veränderte Interessiertheit.

Die einstellungsrelevanten Items zeigten bei Differenzierung nach Geschlecht ebenfalls interessante Unterschiede. Die Ablehnung von Ärgereien zwischen Jungen und Mädchen war nach dem Kurs bei den Jungen stark, bei den Mädchen hingegen auf relativ hohem Niveau nicht verändert. Dieses bereits für die Klassengesamtheit gefundene Ergebnis ist statistisch also rein

durch die Jungen bedingt. Eventuell hat vor allem bei ihnen eine in den Klassenverband integrierende Wirkung des Kurses eingesetzt. Aufschlussreich ist die Differenzierung nach Geschlecht auch bei der Aussage „*Learning is fun*“. Bei Jungen sanken die Scorewerte durch den Kurs hoch signifikant, bei Mädchen ist ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten zu messen. Sie empfanden nach dem Kurs eher mehr Lernfreude als vorher. Parallel ist ihre Interessiertheit an der Thematik des Kurses nicht gestiegen. Daraus lässt sich schließen, dass für Jungen als auch für Mädchen „Lernen“ offenbar etwas anderes ist als der Kurs „*Autumn Harvest*“. Bei den Mädchen ist allerdings dieses „Lernen“ erwünscht, bei den Jungen nicht. Da der Kurs offenbar nicht so sehr den Wünschen der Mädchen und ihrer Vorstellung von Lernen entsprach (siehe oben), wurde von ihnen nach dem Kurs eine stärkere Freude am Lernen – so wie sie es verstehen – geäußert.

Hinzu kommt, dass zumindest für deutsche Grundschul Kinder im gleichen Alter herausgefunden wurde, dass Mädchen generell zufriedener in der Schule sind als Jungen, und damit einhergehend ohnehin mehr Spaß am Lernen haben als Jungen (Bos et al. 2005). Bei Jungen ist die nach dem Kurs gesunkene Freude am Lernen vergleichbar mit einem weiteren Item, in dem es um das langfristige Arbeiten an ein und demselben Thema geht. Jungen lehnten dies nach dem Kurs stärker ab als vor dem Kurs. Die spaßorientierte Ausrichtung des Lernmoduls fand offenbar besonders großen Anklang bei Jungen, denn zum einen zeigten sie eine große Interessiertheit an der Thematik vor allem nach dem Kurs, und sie lehnten Lernen und die Beschäftigung mit einem Thema über eine lange Zeit hinweg nach dem Kurs besonders ab. Auch dies zeigt, dass Lernen und intensives Arbeiten für sie nicht mit dem für sie interessanten Kurs „*Autumn Harvest*“ übereinstimmen. Diese Ergebnisse deuten auf die Notwendigkeit von Binnendifferenzierung zwischen Jungen und Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht hin, wie in den Kapiteln 6.6.6. und 7 erläutert wird.

#### **6.6.5. Auswirkungen des wissenschaftsorientierten Lernmoduls „*School in the Park*“ auf weibliche und männliche Probanden**

Im wissenschaftsorientierten Lernmodul „*School in the Park*“ zeigte sich, dass im Bereich des Fähigkeitsselbstkonzepts – ganz im Gegensatz zum spaßorientierten Lernmodul „*Autumn Harvest*“ – die Mädchen Vorteile hatten. Bei zwei selbstkonzeptrelevanten Items zeigten sie eine signifikante Verbesserung nach dem Kurs, und zwar im Zutrauen, ein Experiment zu planen, sowie in der Einschätzung der eigenen Leistung auch gegen den Widerstand der Lehrmeinung. In diesem letzten Item, das in den Bereich des allgemeinen Selbstkonzepts

---

hineinreicht, zeigten auch die Jungen eine signifikante Steigerung nach dem Kurs. In den weiteren Items mit deutlichen Effekten erzielten die Jungen jedoch nach dem Kurs schlechtere Ergebnisse. So ist ihr Zutrauen in die eigene Fähigkeit zum Erklären der wissenschaftlichen Methodik, in eine schnelle Auffassungsgabe beim Untersuchen von Wasserproben und bei einer komplexen, wissenschaftsorientierten Aufgabenstellung gesunken. Auch bei der Frage nach dem Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten beim Planen eines Experiments, bei der die Mädchen eine Steigerung des Selbstvertrauens erfuhren, zeigten die Jungen ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten und hatten dabei nach dem Kurs eher weniger Zutrauen zu sich selbst.

Waren es im spaßorientierten Lernmodul „*Autumn Harvest*“ die Mädchen, die in zahlreichen selbstkonzeptrelevanten Items nach dem Kurs einen schlechteren Score erzielten, sind es im wissenschaftsorientierten Lernmodul „*School in the Park*“ die Jungen. Bei der Durchführung der Kurse konnte beobachtet werden, dass die Mädchen im Kursverlauf meistens aktiver waren als die Jungen. Wortmeldungen und aktive Umsetzung der meist sehr klar angewiesenen Arbeitsschritte, beim Arbeiten mit Lückentexten und Arbeitsblättern, erfolgten häufiger durch die Mädchen. Hier sei wieder auf die generelle Vorliebe von Mädchen für solche, eher stark geleiteten Aufgaben verwiesen (JAHNKE-KLEIN 2005). Da diese Arbeitsformen als Sicherheit spendend gelten können (JAHNKE-KLEIN 2005), wurde das Selbstvertrauen der Mädchen bei diesen Aufgaben verstärkt, und wahrscheinlich resultiert daraus auch eine positive Verstärkung des Fähigkeitsselbstkonzepts. Bei den Jungen, die vor allem bei Items mit sehr konkreten wissenschaftsorientierten Aufgabenstellungen nach dem Kurs schlechter abschnitten als vorher, erfolgte eventuell sogar eine Beeinträchtigung durch die Dominanz der Mädchen beim Arbeiten im Kurs. Vielleicht hatten Sie sogar auch Misserfolgserlebnisse im Kurs, da Mädchen mit den dortigen Anforderungen besser umgehen konnten. Hinzu kommt möglicherweise, dass bei den Jungen vor dem Kurs – bedingt durch ein generell stark positives Selbstkonzept – eine bei Grundschulern häufig vorkommende Selbstüberschätzung vorlag (RENKL et al. 1997), die durch den Kurs auf ein realistischeres Niveau gesenkt wurde.

Die Interessiertheit an der Thematik „Angepasstheit von Tieren an ihren Lebensraum“ ist sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen gesunken. Dies ist für die befragten Schüler ein zusätzliches Thema, das im Kurs bisher kaum behandelt wurde. Wahrscheinlich erfolgte diese Senkung der Interessiertheit durch eine wenig spaßorientierte Gestaltung der Aufgaben. Die mangelnde Lernfreude könnte sich negativ auf die Interessiertheit an weiteren Themen ausgewirkt haben.

In der Kategorie der Einstellung zu Schule und Biologieunterricht war die Ablehnung von Ärgereien zwischen Jungen und Mädchen bei den Mädchen nach dem Kurs hoch signifikant stärker als vor dem Kurs. Vergleichbar damit ist die hoch signifikant gesunkene Bereitschaft der

Jungen, Mitschüler zu ärgern. Die Mädchen zeigten in diesem Item ein signifikant gegenläufiges Antwortverhalten und waren eher zum Ärgern von anderen bereit. Die im Gegensatz zu den Jungen etwas gestiegene Bereitschaft der Mädchen zu Ärgereien untereinander lässt sich eventuell mit dem in manchen Aspekten gestiegenen Fähigkeitsselbstkonzept parallelisieren, das den Mädchen ein größeres Selbstvertrauen gab. Für beide Geschlechter scheint das Lernmodul daher einen positiven Einfluss auf die Integration im Klasseverband gehabt zu haben. Für Jungen hat das Erzielen eines großen Lernzuwachses im Biologieunterricht nach dem Kurs hoch signifikant an Bedeutung verloren, was bei den Mädchen nicht der Fall war. Auch dies lässt sich in Verbindung mit dem bei Jungen in manchen Aspekten negativ beeinflussten Fähigkeitsselbstkonzept bringen. Anstatt dadurch zu weiterem Lernen motiviert worden zu sein, waren sie möglicherweise abgeschreckt und wendeten sich von ähnlichen Aufgaben ab – auch ihre gesunkene Interessiertheit spricht für diese Interpretation.

#### 6.6.6. Schlussfolgerungen aus der Evaluation

Insgesamt hat sich das wissenschaftsorientierte Lernmodul „*School in the Park*“ für Mädchen als günstiger herausgestellt als für Jungen. Bei ihnen wurde das Fähigkeitsselbstkonzept positiv beeinflusst, bei Jungen hingegen negativ. Umgekehrt war dies im spaßorientierten Lernmodul „*Autumn Harvest*“, wo das Fähigkeitsselbstkonzept der Mädchen negativ beeinflusst wurde. Die Evaluation liefert ein weiteres Beispiel dafür, dass intensives Arbeiten mit Wiederholungsphasen zulasten der Interessiertheit an der Thematik geht, während eine Lerneinheit ohne diese Phasen, die mehr auf die Lernfreude als auf den Wissensgewinn ausgerichtet ist, sogar eine Steigerung des Interesses hervorrufen kann.

Im Lernmodul „*School in the Park*“, das stark auf die Vermittlung von Sachinhalten ausgerichtet ist, sank bei beiden Geschlechtern die Interessiertheit am Kennenlernen wissenschaftlicher Methoden signifikant, obwohl – oder gerade weil – genau dies eines der Hauptlernziele war. Dadurch, dass die Schüler dieses Prozesswissen mit ungeschickten Methoden vermittelt bekamen, verlor dieser Aspekt für sie an Interessiertheit. Für Jungen und Mädchen werden die Gründe dafür unterschiedlich interpretiert. Bei Mädchen konnte zwar eine positive Beeinflussung fähigkeitsselbstkonzeptrelevanter Aspekte konstatiert werden, was zum großen Teil sicher darin begründet liegt, dass die stark instruktiven Arbeitsanweisungen und textorientierten Aufgaben von Mädchen besonders gut gemeistert wurden. Vermutlich ist bei den Mädchen bereits eine inhaltliche Sättigung eingetreten, denn sie hatten nach dem Kurs weniger Interesse am Kennenlernen von wissenschaftlichen Arbeitsmethoden als vorher.

---

Günstiger wäre es, wenn das positiv beeinflusste Selbstkonzept auch mit einer gesteigerten Interessiertheit am Gelernten einherginge. Vielleicht kam im Kurs der Spaßfaktor dafür zu kurz. Bei den Jungen wird die Erklärung für das geminderte Interesse nach dem Kurs darin gesehen, dass sie durch ein dominantes Arbeitsverhalten der Mädchen, die besonders gut mit den Aufgaben zurechtkamen, Misserfolgserlebnisse hatten oder zumindest weniger aktiv am Unterricht beteiligt waren. Dies spiegelt sich in einem negativ beeinflussten Fähigkeitsselbstkonzept wider. Auch für die Jungen war der Spaßfaktor im Kurs zu niedrig, als dass er dies hätte ausgleichen können. Für Jungen zeigte sich im Modul *Autumn Harvest*, dass sie mit den praktischen Aufgaben gut zurecht kamen und dadurch auch ein starkes Interesse geweckt werden konnte. Zentral sind hier also die Fragen, wie die positiven Effekte aus beiden Kursen gefiltert und zu einer kreativen Mischung vereint werden können. Wie lassen sich ein positives Fähigkeitsselbstkonzept und eine positiv beeinflusste Interessiertheit sowohl für Jungen als auch für Mädchen erzielen? Und wie lassen sich die positiv auf die Interessiertheit wirkenden Elemente des spaßorientierten Lernmoduls für ein eher wie Unterricht gestaltetes Lernmodul nutzen?

Die als günstig bewerteten Unterrichtsmethoden sind für die Mädchen textorientiertes Arbeiten und genaue, instruktive Arbeitsanleitungen (JAHNKE-KLEIN 2005). Für Jungen sind es praktische Aufgaben und weniger stark gelenktes Arbeiten. Im Hinblick darauf wird die soziale Organisation beider Kurse mit großen Anteilen von Gruppenarbeit für positiv befunden, da in beiden Kursen die soziale Integration im Klassenverband positiv beeinflusst wurde. Orientiert an den so genannten *basic needs* (DECI & RYAN 1993) ist die Komponente der sozialen Eingebundenheit offenbar in beiden Kursen hinreichend abgedeckt. In den beiden Kategorien „Autonomiegefühl“ und „Kompetenzerleben“ herrschte im spaßorientierten Lernmodul *„Autumn Harvest“* und im wissenschaftsorientierten Lernmodul *„School in the Park“* aber offensichtlich ein Ungleichgewicht. Um das Fähigkeitsselbstkonzept der Jungen zu fördern, sollte auf ausschließliche Verwendung textorientierter Aufgaben verzichtet werden und mehr praktisch und/oder nach der Versuch-und-Irrtum-Methode gearbeitet werden. Damit aber die Mädchen in ihrer Aktivität nicht negativ beeinflusst werden, sollten auch eher instruktive Aufgaben und Aufgaben mit Textmaterial beibehalten werden. Wiederholungsphasen und mündliche Besprechungen sollten als Festigungsphasen vorkommen, aber nur in dem Maße, dass die Schüler konstruktives Feedback über den eigenen Lernzuwachs erhalten. Insgesamt sollten alle Möglichkeiten genutzt werden, um den Unterricht phantasievoll zu gestalten und Lernfreude zu ermöglichen. Im Modul *„Autumn Harvest“* ist dies gelungen, im Modul *„School in the Park“* weniger.

Insgesamt ist Unterricht oder ein unterrichtsähnlicher Kurs wie „*School in the Park*“ generell mit mehr Arbeitsaufwand für die Schüler verbunden als eine freizeitorientierte Veranstaltung. Dennoch können handlungsorientierte Unterrichtsphasen mit praktischen Aktivitäten und weniger starker Instruktion wahrscheinlich positive Beiträge leisten. Als besonders wichtig wird das schülergerechte Vermitteln der wissenschaftlichen Methodik erachtet. Es sollte verstärkt darauf geachtet werden, dass die Schüler die einzelnen Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs selbst nachvollziehen, indem sie zum Beispiel selbst Untersuchungsfragen entwickeln und experimentelle Herangehensweisen überlegen. Speziell bei wissenschaftsorientiertem Arbeiten könnte so auch vermieden werden, dass „Wissenschaft“ für Schüler ein abstrakter Begriff bleibt, der mit Monologen von Lehrern oder Wissenschaftlern einhergeht, wie es offenbar im Lernmodul „*School in the Park*“ der Fall war. So können im Optimalfall sowohl eine positive Beeinflussung motivationaler Parameter des Lernens als auch ein angemessenes Maß an Wissensgewinn im Unterricht kombiniert werden. Das folgende Kapitel liefert einen praxisorientierten Vorschlag zur Umsetzung dieser Ansätze im Unterricht.

---

## 6.7. Biologieunterricht und *Scientific Literacy* – Ein praxisorientiertes Modell für schulische und außerschulische Lernorte

Es ist eine Herausforderung für Lehrer sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Kontext, die in den Bildungsstandards geforderte Anwendung naturwissenschaftlicher Methodik in die Praxis umzusetzen. Was können Lehrer im Unterrichtsalltag dazu beitragen, dass Schüler die in den Lehrplänen beschriebene und geforderte *Scientific Literacy* erwerben? Gibt es praktikable Wege, das Verständnis und die Anwendung der naturwissenschaftlichen Arbeitsmethoden effektiv zu vermitteln? Besonders für Lehrer und Erzieher in Museen oder anderen außerschulischen Bildungsgstätten ist oftmals der Zugang zu Lehrbüchern, Lehrerhandbüchern, Lehrplänen und theoretischer Literatur zum Thema durch mangelnde Verfügbarkeit und Zeit limitiert. Begriffe wie „*Scientific Literacy*“ oder „naturwissenschaftliche Kompetenzen“ sind zwar geläufig, doch die Konzepte zur Umsetzung sind oft noch unerprobt, und es bleibt daher herausfordernd, sie im eigenen Unterricht anzuwenden. Zentraler Ansatzpunkt ist dabei das Involvieren der Schüler in den Entwicklungsprozess eines Experiments. Experimentieranleitungen sollten dabei nicht wie Rezepte geliefert werden, die die Schüler lediglich abarbeiten, sondern sie sollen vielmehr ihre eigenen Ideen entwickeln und umsetzen. Zudem ist eine Kombination von deduktiven und induktiven Ansätzen anzustreben. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden wird in diesem Kapitel ein praxisorientiertes, je nach Thema modifizierbares Modell für die methodische Gestaltung des Unterrichts zur effektiven und nachhaltigen Vermittlung des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs vorgeschlagen.

### 6.7.1. *Scientific Literacy* im Unterrichtskontext

In den Bildungsstandards für die gymnasiale Oberstufe bereits festgeschrieben aber auch für die Unter- und Mittelstufe propagiert, ist die Vermittlung von *Scientific Literacy* eines der Hauptziele des Fachunterrichts Biologie – sowohl in schulischen als auch in außerschulischen Bildungseinrichtungen. Eine übergreifende Definition gibt die *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD) im Rahmen des *Programme for International Student Assessment* (PISA): „Naturwissenschaftliche Grundbildung (*Scientific Literacy*) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus den Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und durch menschliches Handeln an ihr vorgenommene

Veränderungen an ihr betreffen“ (ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) 2003). Auf die theoretischen und historischen Grundlagen zu diesem Konzept wurde bereits in Kapitel 2.1. ausführlich eingegangen. Naturwissenschaftliches Prozesswissen gilt zur Zeit als einer der stärksten Defizitbereiche bei den im Unterricht vermittelten Kompetenzen (BAUMERT et al. 1998; MAYER 2004). Daher wird im hier vorgeschlagenen Unterrichtsmodell besonders auf die nachhaltige Vermittlung dieses Prozesswissens abgezielt, das durch ein selbständig nachvollziehendes Erarbeiten der einzelnen Schritte im naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg gesichert werden soll.

Was genau der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg ist, ist nicht ganz einfach zu bestimmen. Bereits seit PLATON und ARISTOTELES beschäftigen sich Philosophen mit der Frage nach der Erkenntnistheorie. Grundlegende Arbeiten zur Wissenschaftstheorie in der auch heute noch hochaktuellen Diskussion um die Natur der Wissenschaften stammen vom österreichischen Philosophen KARL POPPER, der 1935 die Erstausgabe seines Hauptwerkes „Logik der Forschung“ veröffentlichte (POPPER 1935). Im angloamerikanischen Sprachraum waren die Gedanken des Philosophen und Pädagogen JOHN DEWEY richtungsweisend, der die Ablaufmuster der reflektierenden Erfahrung beschrieb (DEWEY 1933). Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich unter anderem mit der Frage, wie der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess bereits Schülern niedriger Klassenstufen vermittelt werden kann (KLAHR 2000; ROBINSON 2004).

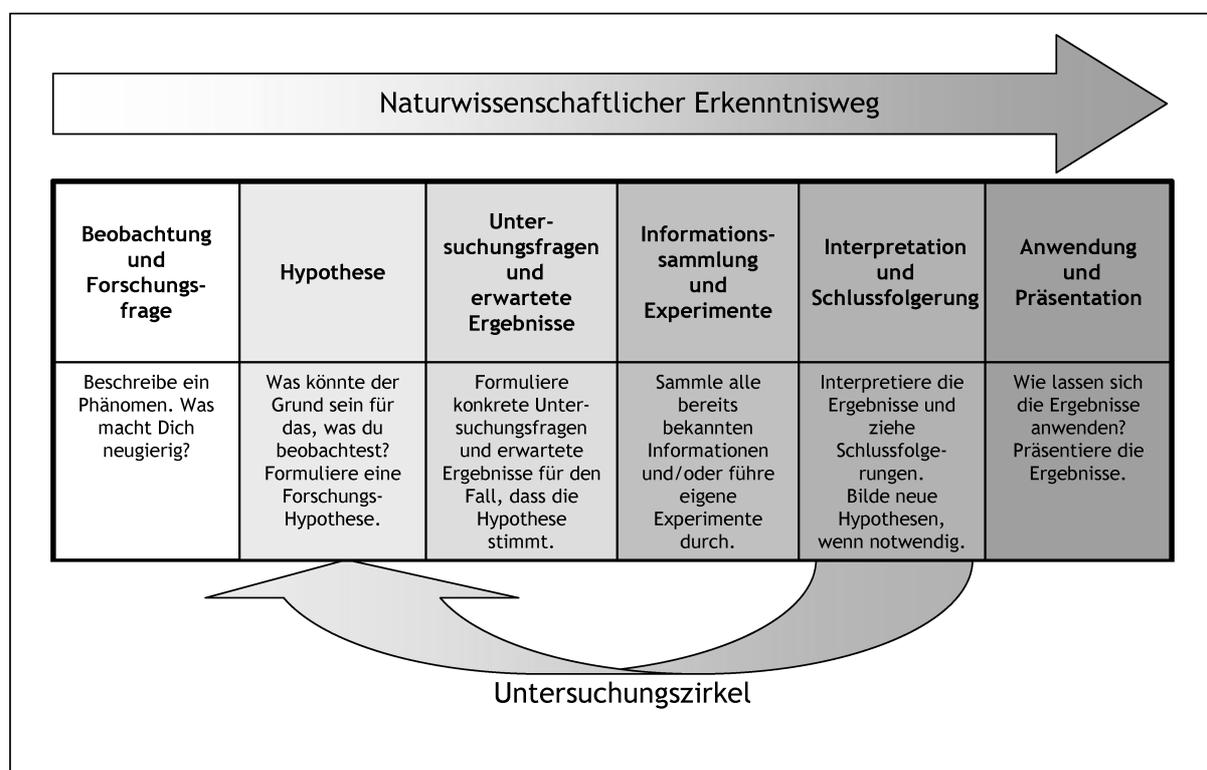


Abbildung 28: Typische Arbeitsschritte im naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg.

---

Festzuhalten ist, dass es nicht eine einzelne Methode gibt, die zu naturwissenschaftlicher Erkenntnis führt, sondern viele Wege. Dennoch lassen sich typische Schritte in der Methodik erkennen. Für didaktische Zwecke ist es notwendig, die Komplexität des investigativen Prozesses auf ein für Schüler verständliches Niveau zu reduzieren. Durch diese didaktische Reduktion kann die Chance genutzt werden, dass sie selbst diesen Prozess verstehen und anwenden lernen. Hierin liegt eine Herausforderung für die naturwissenschaftliche Didaktik. In der US-amerikanischen didaktischen Literatur finden sich zahlreiche Muster für eine reduzierte, systematische Aufgliederung der naturwissenschaftlichen Methodik (BIOLOGICAL SCIENCE CURRICULUM STUDY 1993; BYBEE 1997). Diese Modelle werden auch in Schulbüchern abgedruckt, sind aber dennoch in einzelnen Punkten unterschiedlich, da eine Einigung auf ein Grundmuster bei der Vielfalt der tatsächlichen wissenschaftlichen Vorgehensweisen schwer fällt (BYBEE 1997). Ein aus unterschiedlichen Vorlagen synthetisiertes Modell für eine unterrichtsgerechte, systematische Darstellung des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs zeigt Abbildung 28.

### **6.7.2. Aktives Erforschen anstelle von passivem Rezipieren**

Eine einfache und dennoch oft schwierig umzusetzende Grundregel ist, dass der Lehrer Konzepte und Herangehensweisen, zum Beispiel zu einem Experiment, nicht einfach vorgeben sollte. Die Schüler sollten stattdessen provoziert werden, so viel wie möglich selbst herauszufinden. Wenn der Lehrer Hinweise und Leitfragen vorgibt, sind die Schüler meist in der Lage, Problemlösen und Ergebnisfindung selbst zu bewerkstelligen. Ihre Kreativität und Kognition werden stimuliert, indem sie an jedem Arbeitsschritt der naturwissenschaftlichen Methodik beteiligt werden. Die Funktion des Lehrers besteht dabei darin, Impulse und Hilfestellungen zu geben, als Ratgeber bei Fragen zu helfen und das Vorgehen zu organisieren und zu moderieren. Die Involviertheit der Schüler von der Ideenentwicklung für ein Experiment über seine Durchführung bis hin zur Interpretation ermöglicht ein weitaus stärkeres Autonomieerleben als wenn Schüler hauptsächlich passiv Inhalte und Lösungsstrategien präsentiert bekommen. Forschungsergebnisse zeigen, dass die Erfüllung dreier psychologischer Grundbedürfnisse während des Lernens – Kompetenzerleben, soziale Eingebundenheit und Autonomieerleben – bedeutend zur Motivation und zur Leistung von Schülern beitragen (DECI & RYAN 1993; RYAN & DECI 2000; DECI & MOLLER 2005). Auch die Entwicklung von Interesse oder Nicht-Interesse am Thema ist stark von der methodischen Form der Person-Gegenstands-Auseinandersetzung abhängig (DECI & RYAN 1991; KRAPP 1992a; UPMEIER ZU BELZEN & VOGT

2001; JANOWSKI & VOGT 2006). Das Interesse der Schüler zu wecken und aufrecht zu erhalten und dadurch eine positive kognitive Auseinandersetzung zu induzieren, ist wahrscheinlich das wichtigste Ziel beim Bemühen um nachhaltiges Lernen. Natürlich spielen zahlreiche weitere Aspekte eine elementare Rolle, wie zum Beispiel die gesamte Lernumgebung oder Verhaltensvariablen der Lehrperson. Einen hervorragenden Überblick über Variablen, die erfolgreichen Unterricht ausmachen, liefert (DOLLASE 2004).

Das Ermöglichen von einsichtigem Lernen und das Herbeiführen so genannter „Aha-Erlebnisse“ bei den Schülern haben sich durch die Lernforschung als wertvoll während des Lernens erwiesen (DAVIDSON 2003). Diese methodische Komponente ist auch im Zusammenhang mit der Vermittlung des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs zu betonen. Aktuelle neurowissenschaftliche Forschung hat ebenfalls erwiesen, dass Momente plötzlicher Einsicht, die mit einem Erfolgserlebnis einhergehen, einen Ausstoß von Dopamin im Gehirn hervorrufen. Das Dopaminsystem wirkt im Gehirn wie ein Belohnungssystem und stimuliert dadurch die Motivation der Schüler (SPITZER 2002). Lehrer sollten generell solche Augenblicke plötzlicher Einsicht und Erfolgserlebnisse provozieren, indem sie Schüler zum Entwickeln eigener Ideen und zur selbständigen Lösungsfindung ermutigen. Auch Kommunikations- und Kooperationskompetenzen werden gefördert, wenn Schüler ihre Ideen, Ergebnisse und Interpretationen diskutieren. Aus Erfahrung weiß jeder, dass wir uns an Dinge besonders gut erinnern, die wir selbst getan und erlebt haben. Dies ist nicht bloß ein subjektives Gefühl, sondern wissenschaftliche Untersuchungen unterstützen die Annahme, dass multisensorische Aufnahme und elaboriertes Encodieren die langfristige Verankerung im Gehirn verbessern (CRAIK & LOCKHARDT 1972; SPITZER 2002). Das hier vorgeschlagene Modell für eine nachhaltige Vermittlung der naturwissenschaftlichen Methodik basiert im Wesentlichen darauf, dass diese Grundsätze möglichst konsequent im Unterricht umgesetzt werden, indem die Schüler die notwendigen Arbeitsschritte sukzessiv selbständig nachvollziehen.

### **Beobachtung und globale Forschungsfrage**

Der erste Arbeitsschritt im naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg ist die Beobachtung eines Phänomens. Dies kann im Unterricht etwas sein, das die Schüler selbst berichten oder etwas, das der Lehrer als Anschauungsobjekt, Film, Modell oder Szenario einführt. Zum Beispiel zeigt der Lehrer der Klasse ein Holzterrarium mit einem Gecko, der an einer der Wände hinaufklettert. Die Schüler beobachten das Phänomen, dass der Gecko in vertikaler Position an den Wänden oder sogar kopfüber unter dem Deckel des Terrariums haften kann. Der Lehrer kann daraufhin die Schüler das Phänomen in möglichst genauen Details beschreiben lassen und

---

sie dabei mit leitenden Fragen unterstützen, wie z.B. „Erscheint euch etwas Spezielles interessant?“ oder „Was macht euch neugierig?“ Die Schüler sollten sich idealerweise von Beginn an auf das Thema einlassen, deshalb ist es hierbei hilfreich sicherzustellen, dass alle Schüler die Möglichkeit haben das Phänomen in Ruhe zu betrachten. Möglicherweise beginnen die Schüler sofort Fragen zu stellen. Der Lehrer kann die Schüler ermuntern ihre Fragen aufzuschreiben und auf eine einzige zu fokussieren.

Vom Stellen allgemeiner Interessefragen gehen die Schüler dazu über, eine globale aber doch präzise Forschungsfrage zu formulieren. Um bei dem Beispiel mit dem Gecko zu bleiben, ist die Frage zunächst vielleicht: „Warum kann ein Gecko so gut klettern?“ Dies ist eine allgemeine Interessefrage, die präziser formuliert werden muss um als Forschungsfrage zu fungieren. Die globale Forschungsfrage muss beantwortbar sein und sollte sich auf Verhältnisse zwischen Dingen beziehen. In unserem Beispiel könnte die Forschungsfrage sein: „Wie bleibt der Gecko an den Terrariumwänden haften?“ Eine knappe und prägnante Forschungsfrage ist bedeutsam um sicherzustellen, dass die Schüler in allen folgenden Schritten eingebunden sind. Der Lehrer sollte dafür sorgen, dass alle Schüler ihren Fokus auf diese Frage als Ausgangspunkt richten damit sie zur weiteren Entwicklung aufkommender Ideen beitragen können.

## **Hypothesenbildung**

Der nächste Schritt ist die Hypothesenbildung. Eine Hypothese ist eine begründete Vermutung über die Ursachen, die dem beobachteten Phänomen zugrunde liegen. Der Lehrer kann den Schülern Fachbücher, Modelle, Internetzugang und Bilder zur Verfügung stellen, da zu diesem Zeitpunkt eine Literaturrecherche hilfreich sein kann. Eine gute Hypothese beruht – im Gegensatz zu reiner Spekulation – auf einer theoriebasierten, möglichen Erklärung. Aus der methodischen Perspektive gesehen enthält der realistisch ausgerichtete Denkprozess über das Phänomen mit Bezug auf bestehendes Wissen deduktive Anteile, auch wenn der Hauptansatz, Experimentieren unter Verwendung der typischen naturwissenschaftlichen Arbeitsschritte, induktiv ist. Der Lehrer sollte die Schüler alle ihre Ideen und Rechercheergebnisse in Kurzform notieren und sie dann eine klare Hypothese nach dem Muster „Meine Hypothese ist ... weil...“ aufstellen lassen. Zum Beispiel: „Meine Hypothese ist, dass Geckos an den Wänden haften, weil die Wände rau strukturiert sind.“ In diesem Fall ist die Hypothese falsch, was später zu weiterer Nachforschung führen wird. Der Schüler kann nach dem Experiment die Hypothese revidieren und korrigieren: „Meine Hypothese ist, dass Geckos mit speziellen Strukturen in ihren Handflächen an den Wänden haften.“ Oftmals ist es höchst spannend, wenn die Schüler verschiedene und sogar konkurrierende Hypothesen haben. Entweder kann man gegebenenfalls

später auf die anderen Hypothesen zurückkommen oder wenn möglich sogar verschiedene Experimente gleichzeitig durchführen. Die unterschiedlichen Ansätze und Ergebnisse zu diskutieren kann für die Schüler interessant sein und ihnen viel Spaß machen, ganz sicher ist es wertvoll für ihr Engagement im Prozess des wissenschaftsorientierten Arbeitens. Auch für Lehrer ist es oftmals nicht leicht eine „gute“ Hypothese zu finden, zumal es manchmal schwer ist zwischen Hypothese und erwartetem Ergebnis zu unterscheiden. Es ist hilfreich hier Ja/Nein-Fragen zu vermeiden und stattdessen die Hypothese auf allgemeine Erklärungen auszurichten.

### **Untersuchungsfragen und erwartete Ergebnisse**

Für die Vorbereitung auf die experimentelle Überprüfung sollten die Schüler nochmals ihre allgemeine Forschungsfrage erinnern und davon ausgehend konkrete, feiner untergliederte Untersuchungsfragen und erwartete Ergebnisse für das Experiment formulieren. Die Untersuchungsfragen beziehen sich dabei ganz konkret auf die Experimente, die die Schüler für die Hypothese(n) arrangieren wollen. In unserem Beispiel könnte eine Untersuchungsfrage sein: „Bleibt der Gecko an der Wand haften, wenn diese eine Glasoberfläche besitzt?“ Beim Ausarbeiten der erwarteten Ergebnisse kann es hilfreich für die Schüler sein, sich an folgenden Fragen zu orientieren: „Was denkst du, was im Experiment geschieht? Warum?“ Die Schüler sollten dazu einige Wenn/Dann-Sätze nach dem Schema „Vorausgesetzt, meine Hypothese trifft zu, dann passiert..., wenn ich ....“ aufschreiben. Am Beispiel des Geckos könnte diese wie folgt lauten: „Vorausgesetzt, die Haftfähigkeit eines Geckos ist abhängig von der Oberflächenstruktur der Wand, dann wird er hinunterfallen, wenn ich ihn auf eine Glaswand ohne strukturierte Oberfläche setze.“ Wenn möglich, können mehrere Untersuchungsfragen und erwartete Ergebnisse formuliert werden, die in verschiedenen Experimenten untersucht werden, zum Beispiel verschiedene Oberflächenmaterialien für den Gecko.

### **Informationssammlung und Experimente**

Bisher haben die Schüler ihre globale Forschungsfrage, ihre Hypothese, konkrete Untersuchungsfragen und erwartete Ergebnisse erarbeitet. Jetzt beginnen sie, ihre Hypothese zu testen und zu überprüfen, ob die von ihnen erwarteten Ergebnisse zutreffen. Nach einer detaillierten Planung und dem Bereitstellen der nötigen Ausstattung beginnt jetzt die praktische „Hands-on“-Erfahrung und die Schüler führen ihr eigenes Experiment durch. Der Lehrer sollte die Schüler an das häufig vernachlässigte aber höchst sinnvolle, stichwortartige Notieren von Besonderheiten und Ergebnissen während des Experimentierens erinnern. Diese Notizen sind

---

wertvolle Erinnerungsstützen beim späteren Interpretieren der Ergebnisse. Mehrere parallele Durchläufe desselben Experiments, beispielsweise in mehreren Kleingruppen, können Fehler kompensieren und die Ergebnisse validieren. An außerschulischen Lernorten – wie z.B. in Naturkundemuseen, in Botanischen Gärten, im Zoo o.ä. – ist teilweise das selbständige Experimentieren nicht umsetzbar und unter Umständen auch nicht themengerecht. In diesen Fällen kann das selbständige Informieren und Beobachten die Phase des Experimentierens ersetzen.

### **Interpretation und Schlussfolgerung**

Eine wichtige Aufgabe des Lehrers ist es, den Schülern den Unterschied zwischen Ergebnissen und Interpretation bewusst zu machen. Die Schüler sollten zunächst ihre Beobachtungen und Messungen beschreiben, um danach diese Ergebnisse zu interpretieren und Schlussfolgerungen zu ziehen. Falls zu Anfang die Hypothesen und erwarteten Ergebnisse auf einer Folie oder auf der Tafel festgehalten wurden, können die Schüler nun dort abhaken, welche Erwartungen sich tatsächlich als richtig erwiesen haben und welche nicht. Sie können daraufhin ihre Hypothesen verifizieren oder falsifizieren. Es könnte beschlossen werden, weitere Experimente vorzunehmen, wenn noch nicht eindeutig geklärt werden kann, ob eine Hypothese richtig oder falsch war. Wenn eine Hypothese als falsch zurückgewiesen wurde, erfolgt eine systematische Rückschleife im Zyklus des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs, zurück zur Formulierung einer neuen Hypothese. Zu diesem Zeitpunkt kann es zeitsparend sein, wenn von Anfang an mehrere Hypothesen verfolgt wurden. Der Lehrer ermuntert dann zu einer Diskussion über die bereits durch die Experimente gewonnenen Einsichten, die beim Auswählen der neuen Hypothese verwendet werden können. Der Prozess, Hypothesen zu falsifizieren, neue zu finden und diese zu überprüfen, kann auch als Untersuchungszirkel bezeichnet werden (ROBINSON 2004).

Bei den meisten Experimenten erfassen die Schüler numerisch messbare Parameter wie Temperatur oder Distanz. Wenn Verhalten oder Eigenschaften (wie z.B. Farbe) beobachtet werden, werden Zustandsbeschreibungen als Ergebnisse festgehalten. Für die Interpretation ist es oft notwendig, die Ergebnisse in ein Tabellenformat zu integrieren, Durchschnittswerte zu berechnen und Grafiken zu generieren. Dies ist eine Gelegenheit, kreative Fähigkeiten der Schüler zu entwickeln und zu fördern, außerdem ist eine Abstimmung untereinander notwendig. Diese Phase der Interpretation und des Ziehens von Schlussfolgerungen ist daher relevant für die Entwicklung von Kommunikations- und Kooperationskompetenzen.

## Anwendung und Präsentation

Letztlich sollten die Erfahrungen der Schüler nicht auf den Klassenraum begrenzt bleiben. Der Lehrer sollte die Schüler dazu animieren, über den Anwendungsbezug ihrer Ergebnisse nachzudenken. Im Falle des Gecko-Beispiels bietet es sich an, Anwendungsmöglichkeiten in der Bionik zu thematisieren. Andere Themen lassen womöglich sogar Anwendungsbezüge zum alltäglichen Leben zu. Die Ergebnisse gewinnen so an Bedeutung für die Schüler, was die Behaltensleistung verbessert (SPITZER 2002). Es kann außerdem sehr anregend sein, wenn die Schüler ihr erworbenes Wissen mit ihrem jeweiligen Vorwissen vergleichen. Dieses Vorgehen stellt eine Beziehung von Inhalten zur eigenen Erfahrung her, was die Inhalte an existierende kognitive Cluster anzubinden vermag und ebenfalls förderlich für die Erinnerungsleistung ist (AUSUBEL 1960; SPITZER 2002).

Die Ergebnisse untereinander und auch in einem größeren Rahmen zu kommunizieren und sie der Öffentlichkeit verfügbar zu machen, ist für Wissenschaftler essentiell. Ein möglicher Weg, Schülern ihre Ergebnisse auch anderen präsentieren zu lassen, ist die Organisation eines Wissensbasars. Die Schüler designen Poster, Kollagen und andere Ausstellungsobjekte für eine ansprechende, klare und anschauliche Präsentation. In Museen und anderen außerschulischen Bildungsgstätten können Plakate und ähnliches auch genutzt werden, um die Bildungsarbeit der Öffentlichkeit gegenüber zu dokumentieren. Die Schüler könnten auch ein Forschungstagebuch oder eine Wissenschaftszeitung entwerfen, die sie mit nach Hause nehmen können und die der Dokumentation des Lernfortschritts dient.

### 6.7.3. Herausforderungen und Lösungen

Lehrer sind mit verschiedenen Herausforderungen beim Implementieren von wissenschaftsorientierten Untersuchungen im Unterricht konfrontiert. Einerseits entscheiden zum Beispiel die Schüler idealerweise selbst über Methodik und Material, andererseits müssen Lehrer diese Materialien bereitstellen und meist im Voraus organisieren. Zudem sind Lehrer an einen bestimmten Zeitrahmen gebunden, sie müssen also entscheiden, wie viel Zeit die Schüler für die einzelnen Arbeitsschritte zur Verfügung haben, und manchmal ist es notwendig, durch gezielte Hilfestellungen den Arbeitsprozess der Schüler zu beschleunigen. Wenn ein Szenario inszeniert oder beschrieben wird, um ein Phänomen zu veranschaulichen, muss der Lehrer zunächst ein geeignetes Szenario finden, das interessante und mehr oder weniger eindeutige Beobachtungen überhaupt zulässt. Es ist die Funktion des Lehrers, den Schülern während des

---

gesamten Arbeitsprozesses als Moderator des selbständigen Lernens zur Seite zu stehen. Er sollte sich wie ein Begleiter und Ratgeber verhalten, Hilfestellungen geben und das Tempo überwachen, aber im Hintergrund bleiben und die Schüler möglichst selbständig arbeiten lassen. Wenn die Schüler mit Engagement an einem Projekt teilnehmen, in dem sie den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg eigenständig anwenden, werden sie mit hoher Wahrscheinlichkeit daran Spaß haben, mit Aufmerksamkeit involviert bleiben, Inhalte und Prozesswissen erlernen und behalten.

Die Erfahrung und die Lernforschung haben gezeigt, dass Schüler oft nicht das Gefühl haben, „wissenschaftlich“ zu arbeiten, auch wenn sie wissenschaftliche Arbeitsmethoden anwenden (BARTOSH et al. 2006). Wenn sie in einen kreativen Prozess involviert sind, der zudem womöglich auch noch viele handlungsorientierte Elemente wie Messen, Modellbau, Zeichnen und Präsentieren beinhaltet, widersprechen diese Erfahrungen vielleicht sogar den Schülervorstellungen von Wissenschaft. „Wissenschaft“ ist für viele Schüler mit einer Menge Zahlen und langweiliger Berechnungen verbunden. Um das Interesse an Wissenschaft und das oftmals sehr eingeschränkte Verständnis von ihr zu beeinflussen, ist es wertvoll, den Schülern auf metakognitiver Ebene ihre tatsächliche, eigene Anwendung von wissenschaftsorientierten Methoden auf metakognitiver Ebene bewusst zu machen (vgl. Kapitel 6.2.6. und 6.3.6.). Dies kann zum Beispiel durch eine Einbindung der in der vorliegenden Studie verwendeten metakognitiven Phasen während des Arbeitens geschehen. Der Prozess der Bewusstmachung des eigenen Lernprozesses sollte in Form von kurzen Gesprächen über die angewendete Methodik vor und nach dem Arbeiten begleitet werden. Dazu kann zum Beispiel die Abbildung 28 als Overhead-Folie benutzt werden, um den Schülern während des Arbeitens ihre Position im Verlauf des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs zu vergegenwärtigen. Dies kann im Sinne eines *advanced organizers* (AUSUBEL 1960) zur Integration der eigenen Erfahrungen und des Wissenszuwachses in bestehende Wissenscluster beitragen. Die Flexibilität des Prozesswissens ist dabei übergeordnetes Lernziel. Wenn Schüler erfahren und verstehen, dass die von ihnen selbst angewendeten Methoden wissenschaftlich – oder zumindest wissenschaftsorientiert – sind, wird sie dies ermutigen, ihr Wissen über die Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung zukünftig auch auf andere Themen zu transferieren.

## 7. Ausblick und Empfehlungen für Praxis und Forschung

Insgesamt lassen sich aus den Ergebnissen bestimmte Muster des Zusammenspiels verschiedener motivationaler Parameter im Lernprozess erkennen. Metakognition kann Aspekte des Fähigkeitsselbstkonzepts positiv beeinflussen. Ein positives Fähigkeitsselbstkonzept wiederum kann zu einer gesteigerten Interessiertheit und damit zur vermehrten Auseinandersetzung mit dem Gegenstand führen. Eine daraus resultierende, zunehmende Vertrautheit mit dem Gegenstand kann zweierlei Auswirkungen haben. Auf der einen Seite kann sie weiterhin zur Steigerung des Fähigkeitsselbstkonzepts und des Interesses führen. Andererseits kann aber auch ein zunehmender Bekanntheitsgrad zu einer Art Sättigung und damit zu einer geringeren Interessiertheit führen. Ein niedriger Level an Interessiertheit wiederum geht normalerweise auch mit einem geringer ausgeprägten Fähigkeitsselbstkonzept einher, wodurch sich diese beiden Parameter gegenseitig beeinflussen können. Die generelle Einstellung zu Schule und Biologieunterricht spielt ebenso eine wichtige Rolle im Zusammenwirken der einzelnen Faktoren. Dabei ist die Interessiertheit der Schüler des Zielorientierten Leistungs-Typs am leichtesten veränderlich. Schüler des Lernfreude-Typs verfügen durchgängig über eine generell relativ hohe Interessiertheit und sind hinsichtlich ihres Fähigkeitsselbstkonzepts leichter variabel als Schüler mit anderen Einstellungsausprägungen.

Am Beispiel der weiblichen Probanden im in den USA ausgewerteten Lernmodul *Autumn Harvest* wird eine negative Konstellation deutlich, die ein guter Ansatzpunkt für Überlegungen zur motivierenden und lernwirksamen Gestaltung von Unterricht sein kann. Ein gesunkenes Fähigkeitsselbstkonzept und eine gesunkene Interessiertheit provozieren die Frage, wie diese beiden Parameter bestmöglich gefördert werden können. Existiert ein zentraler Faktor, der eine positive Entwicklung der Parameter während des Unterrichts fördert? Die gewonnenen Ergebnisse geben Anlass zu der Annahme, dass neben den bereits beschriebenen Parametern ein kaum fassbarer Faktor eine wichtige Rolle im Lerngeschehen spielt, der am ehesten mit Worten wie „Spaß“ oder „Lernfreude“ zu beschreiben ist. Auch der Begriff „individuelles Interesse“ könnte – als langfristig ausgerichteter Faktor – in diese Reihe eingeordnet werden. In der Studie hat sich ergeben, dass individuelles Interesse zwar in Wechselwirkung mit einem positiven Fähigkeitsselbstkonzept stehen kann, dass aber hingegen umgekehrt die Förderung des Fähigkeitsselbstkonzepts nicht gleichzeitig auch die Interessiertheit fördert. In dem positiven Verstärkungszyklus der motivationalen Parameter Interessiertheit, Fähigkeitsselbstkonzept und vermehrte Auseinandersetzung mit dem Gegenstand, scheint offenbar die Interessiertheit – und langfristig ein wirkliches, individuelles Interesse – der Motor zu sein. Die Ergebnisse legen nahe,

---

dass in allen beobachteten Lernmodulen der Faktor „Spaß/Lernfreude“ von zentraler Bedeutung ist, um auch alle anderen motivationalen Parameter zu fördern. Dies kann eine Differenzierung der Schüler erfordern, zum Beispiel hinsichtlich einer unterschiedlichen Verwendung von Arbeitsmaterial für Mädchen und Jungen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Förderung von Lernfreude, Kompetenzgefühl und individuellem Interesse zentrale Unterrichtsziele sein sollten. Mit Blick auf die in der vorliegenden Arbeit erfassten Parameter kann der folgende didaktisch-methodische Empfehlungskatalog zur effektiven Vermittlung von *Scientific Literacy* sowohl in der Schule als auch an außerschulischen Lernorten dienen:

- Ein Training von metakognitiven Fähigkeiten der Schüler ist sinnvoll. Anstatt in gesonderten Unterrichtseinheiten sollte es eingebettet in den Fachkontext erfolgen.
- Kurze, regelmäßige Reflexionsphasen unterstützen die Metakognition im Unterrichtsgang.
- Die Bedeutung dieser Reflexionsphasen sollte den Schülern kurz erläutert werden, damit sie deren Sinn verstehen und sie weniger als lästige Wiederholungen empfunden werden.
- Durch eine regelmäßige Einbindung metakognitiver Phasen im Unterricht sollte angestrebt werden, dass Schüler ein verständiges Bewusstsein für den Sinn und Wert von Reflexionsphasen entwickeln.
- Im Anschluss an thematisch abgegrenzte, wissenschaftsorientierte Unterrichtseinheiten sollte eine Phase erfolgen, in der den Schülern deutlich wird, dass die von ihnen bearbeiteten Aufgaben tatsächlich wissenschaftsorientiertes Arbeiten beinhaltet, und dass das erworbene Wissen und ihre so erlangten Fertigkeiten in anderem Kontext anwendbar sind.
- Durch Gedankenexperimente und anwendungsorientierte Aufgaben sollten Schüler regelmäßig den Transfer und die Anwendbarkeit ihres Wissens und ihrer Fertigkeiten auf andere Zusammenhänge trainieren.
- Schule und Unterricht sollten alle Möglichkeiten nutzen, eine positive Einstellung zum Lernen, zur Schule als Institution und zum Unterricht zu prägen. Dazu beitragen können das Ermöglichen von Kompetenzerleben, das Gefühl sozialer Eingebundenheit und Selbständigkeit im Unterricht, konstruktives Feedback, die Förderung einer persönlichen Identifikation mit der Schule.
- Die Einbindung von außerschulischen Lernorten in den Fachunterricht und das öffentlichkeitswirksame Präsentieren von durch die Schüler erarbeiteten Ergebnissen sollte gefördert werden. Dies beeinflusst sowohl die persönliche Identifikation von Schülern mit

der Schule und damit ihre Einstellung zum Unterricht, als auch ihre Interessiertheit an den Inhalten positiv.

- Die Förderung von Lernfreude sollte im Unterricht hohe Priorität haben. So können auch die weiteren motivationalen Parameter wie Interesse und Fähigkeitsselbstkonzept positiv beeinflusst werden.
- Damit speziell Mädchen sich im Unterricht wohl fühlen, eignen sich textorientiertes Arbeiten und genaue, recht instruktive Arbeitsanleitungen. Jungen wünschen sich handlungsorientierte Aufgaben, weniger stark gelenktes Arbeiten und einen schnellen Unterrichtsfortgang. Zur gleichwertigen Förderung beider Geschlechter sollte eine Kombination aus den Arbeitsformen gewählt werden.
- Eine soziale Organisation von Unterricht mit großen Anteilen von Kleingruppenarbeit oder Partnerarbeit wirkt sich positiv auf das Gefühl sozialer Eingebundenheit als eines der Grundbedürfnisse beim Lernen aus und fördert so die Motivation.
- Wiederholungsphasen wie Lückentexte und mündliche Besprechungen sollten als Festigungsphasen vorkommen, aber nur in solchem Maße, dass die Schüler konstruktives Feedback über den eigenen Lernzuwachs erhalten. Routiniertes Abhaken dieser Phasen wirkt eher negativ auf das Interesse.
- Die schülergerechte Vermittlung der wissenschaftlichen Methodik ist elementar. Es sollte dabei besonders darauf geachtet werden, dass die Schüler die einzelnen Schritte des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs selbst nachvollziehen.

Für die weitere Forschung wäre es lohnenswert, zusätzlich zu den bereits erhobenen Faktoren die Parameter „Allgemeines Selbstkonzept“ und „Spaß/Lernfreude“ parallel zu erfassen. Daraus ließen sich noch differenziertere Aussagen zur Rolle dieser Faktoren im Zusammenspiel der motivational bedeutsamen Lernbedingungen ableiten. Der Einstellungstyp – bisher noch wenig erprobter Parameter zur Differenzierung von Schülern – hat sich als so stabil und aussagekräftig erwiesen, dass seine Erhebung und Anwendung in Theorie und Praxis empfohlen werden kann. Bei weiteren international eingebundenen Studien wäre es sinnvoll, das zugehörige Untersuchungsinstrumentarium nochmals einer intensiven Überprüfung zu unterziehen. Dabei könnte getestet werden, ob in verschiedenen Ländern unterschiedliche Aspekte für die Ausprägung des Einstellungstyps relevant sind. Auch bei weiteren Studien muss auf eine sehr große Probandenanzahl aus vergleichbarem Umfeld geachtet werden, damit in z.B. nach Einstellungstyp aufgeschlüsselten Untergruppen ausreichend viele Probanden für statistisch aussagekräftige Analysen vorhanden sind.

---

## 8. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht das Zusammenspiel verschiedener motivationaler und kognitiver Parameter beim Erwerb von *Scientific Literacy* im Biologieunterricht an schulischen und außerschulischen Lernorten. Diese naturwissenschaftliche Grundbildung gewinnt in den Lehrplänen zunehmend an Bedeutung, zur Zeit jedoch mangelt es an empirischen Untersuchungen über ihre methodisch effektive Vermittlung. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, aufgrund von empirisch basierten Ergebnissen handlungsleitende Orientierung dafür zu geben, wie wissenschaftspropädeutische und zur naturwissenschaftlichen Grundbildung gehörende Kompetenzen nachhaltig vermittelt werden können. Dazu wurde in der Hauptstudie am außerschulischen Lernort Naturkundemuseum untersucht, ob und wie initiierte Metakognition als möglicherweise essentielles Element im Lernprozess in Wechselwirkung mit der Interessiertheit von Schülern, ihrem Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen, ihrer Einstellung zu Schule und Biologieunterricht und dem langfristigen Lernerfolg steht. Diese Parameter wurden bei 471 Probanden der neunten Jahrgangsstufe erfasst, die verschiedene Versionen des für diesen Zweck selbst entwickelten Lernmoduls „Gut zu Fuß - Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“ durchliefen.

Die initiierte Metakognition hatte hinsichtlich der Interessiertheit und des langfristigen Lernerfolgs vor allem auf Schüler signifikante Effekte, die die Einstellungsausprägung „Zielorientierter Leistungs-Typ“ aufwiesen. Ihre Interessiertheit wurde gesenkt, wohingegen ihr langfristiger Lernerfolg stieg. Unterschiede in der durchschnittlichen Leistung der Schüler der einzelnen Einstellungstypen wurden größtenteils ausgeglichen. Die initiierte Metakognition hatte ebenfalls signifikanten Einfluss auf Aspekte des Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen, vor allem bei Schülern des Lernfreude-Typs. Bei einer länger dauernden Intervention oder konsequenten Einbettung in den Unterricht sind Effekte auf das gesamte Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen zu erwarten. Insgesamt bewirkte die gewählte Form der initiierten Metakognition eine inhaltliche und methodische Festigung der konkret bearbeiteten Aufgaben sowie einen ausgleichenden Effekt auf Unterschiede im Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen und Jungen. Allerdings wirkte initiierte Metakognition sich negativ in einem eingeschränkten Zutrauen in die eigene Transferfähigkeit aus und verminderte so die Anwendungsfähigkeit und Flexibilität des Wissens.

Um den langfristigen Lernerfolg, die Interessiertheit und das Zutrauen in die Transferfähigkeit durch die initiierte Metakognition optimal zu fördern, wird eine Modifizierung metakognitiver

Phasen vorgeschlagen. Eine langfristige und wiederholte Einbindung solcher Phasen in den Unterricht, eine für Schüler verständliche Erklärung dieser Phasen und die Übung an anwendungsorientierten Beispielen kann das Verständnis für die Bedeutung von Metakognition steigern. Vor allem die Schüler, die dem Gelangweilten Typ und dem Zielorientierten Leistungstyp angehören und bei denen die gemessenen Parameter generell deutlich niedriger ausgeprägt sind als bei Schülern des Lernfreude-Typs, könnten davon profitieren.

Die Unterteilung der Schüler anhand ihrer Einstellungsausprägung zu Schule und Biologieunterricht erwies sich als tragend. Für alle erfassten Parameter konnte eine höchst signifikante Abhängigkeit vom Einstellungstyp nachgewiesen werden. Die Ergebnisse liefern somit empirische Unterstützung für die in der Literatur postulierte Wechselwirkung der motivationalen Parameter untereinander. Die Effekte eines positiven Verstärkungszyklus zwischen Interessiertheit, Selbstkonzept und Leistung sollten für die lernwirksame Gestaltung von Unterricht genutzt werden.

Auf der Suche nach möglichen Vorbildern für die Vermittlung von *Scientific Literacy* erfolgte eine Vergleichsstudie zweier Modellgruppen aus den USA und aus Deutschland. Während das Fähigkeitsselbstkonzept der amerikanischen Probanden bei allgemeinen wissenschaftsorientierten Aufgaben geringfügig besser ausgeprägt war, verfügten die deutschen Schüler über ein signifikant höheres Fähigkeitsselbstkonzept zu spezielleren wissenschaftsorientierten Aufgaben mit konkreten Aufgabenstellungen. Eine in der Schullaufbahn bereits früh ansetzende Vermittlung von *Scientific Literacy* wird als Möglichkeit gesehen, das Fähigkeitsselbstkonzept generell positiv zu beeinflussen. Weiterhin erfolgte in den USA eine Evaluation zweier Lernmodule in einem Naturkundemuseum. Hieraus ergeben sich Schlussfolgerungen für eine geschlechtsspezifische Binnendifferenzierung im Unterricht. Zudem wurde deutlich, dass der Lernfreude beim wissenschaftspropädeutischen Lernen eine essentielle Bedeutung zukommt.

Ein praxisorientiertes Modell, das Schüler in den gesamten Prozess des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs einbindet, gibt Hinweise für die didaktische und methodische Integration der empirisch gewonnenen Ergebnisse in den Unterricht. Eine interesselördernde Unterrichtsgestaltung, die Lernfreude und Kompetenzerleben ermöglicht, wird als zentral für die nachhaltige Vermittlung von Inhalts- und Prozesswissen herausgestellt. Abschließend wird ein didaktisch-methodischer Empfehlungskatalog zur Unterrichtspraxis an schulischen und außerschulischen Lernorten entwickelt. Dieser Katalog zeigt Leitlinien auf, die auf den empirischen Ergebnissen fundieren und zur lernwirksamen Vermittlung von *Scientific Literacy* beitragen.

---

## 9. Danksagung

Meinem Betreuer Herrn Professor Dr. Helmut Vogt danke ich herzlich für die intensive fachliche Betreuung und meine Integration als externe Angehörige seiner Arbeitsgruppe. Die vorliegende Arbeit profitierte maßgeblich von zahlreichen konstruktiven Diskussionen, in denen er mit seinen konzeptionellen und methodischen Hinweisen zur Entwicklung von Ideen beigetragen hat. Aus gesundheitlichen Gründen konnte Herr Professor Vogt die Arbeit leider nicht bis ganz zu ihrem Abschluss betreuen. Frau Professor Dr. Annette Upmeyer zu Belzen hat bereitwillig und kurzfristig diese Aufgabe übernommen. Dafür gilt ihr mein besonderer Dank. Ebenso bedanke ich mich ausdrücklich bei Herrn Professor Dr. J. Wolfgang Wägele, der freundlicherweise meine Betreuung an der Universität Bonn und das Koreferat übernommen hat.

Außerdem gilt mein herzlicher Dank auch Herrn Professor Dr. Wolfgang Böhme, der meine Arbeit mit seinem Engagement und seiner Offenheit für fachdidaktische Fragestellungen gefördert hat. Auf seine bestehenden Kontakte zum *San Diego Natural History Museum* konnte ich bei meinen Studien aufbauen. Ihm und Dr. Karl-Heinz Lampe gilt mein besonderer Dank für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes in ihren Arbeitsgruppen am Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig. Dort wurden die Untersuchungen für die Hauptstudie der vorliegenden Arbeit durchgeführt. Allen Kolleginnen und Kollegen am Haus danke ich für die organisatorische Hilfe und den anregenden Austausch. In der kreativen Arbeitsatmosphäre habe ich mich sehr wohl gefühlt.

Ein weiterer Teil der Daten wurde an der *San Diego High School* und am *San Diego Natural History Museum* erhoben. An beiden Institutionen wurde ich sehr gastfreundlich aufgenommen. Stellvertretend danke ich Jim Stone, dem Leiter des *Environmental Science Education Center* am *San Diego Natural History Museum*, sowie Karen Wroblewski, der Direktorin der *School of International Studies* an der *San Diego High School* für organisatorische Unterstützung und kollegiale Hilfe.

Ohne die finanzielle Unterstützung durch ein Graduiertenstipendium des Cusanuswerks sowie durch ein Stipendium des Kölner Gymnasial- und Stiftungsfonds wäre meine Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen. Ich danke diesen Einrichtungen sowohl für die finanzielle als auch für die begleitende ideelle Förderung, die mir Wege und Perspektiven eröffnet haben.

Mein herzlicher Dank gilt meinen Eltern Sophie und Rainer Wimmer, die mein Interesse an der Biologie und an der Pädagogik geprägt und mich bei meiner Arbeit in jeder Hinsicht unterstützt haben. Nicht zuletzt danke ich meinem Ehemann Holger von Herzen für sowohl motivierende Begleitung als auch fachbezogenen Austausch. Unser Sohn Tobias wurde während der Entstehung dieser Arbeit geboren. Ich bin dankbar, dass ich euch habe.

## 10. Literatur

- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS) (1989): Science for All Americans. AAAS Publications, Washington, DC.
- AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (AAAS) (1993): Benchmarks for Science Literacy. Oxford University Press, New York.
- AUSUBEL, D.P. (1960): The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology* 51, 267-272.
- BANDURA, A. (1977): Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review* 84, 191-215.
- BARTOSH, O., J. MAYER-SMITH & L. PETERAT (2006). Informal Science Learning on an Urban Farm: A Study of Teachers' and Students' Experiences in a Long-Term Environmental Education Project. NARST 2006 Annual Meeting.
- BAUMERT, J. (1997): Ansprüche an den Unterricht in heutiger Zeit. In: MINISTERIUM FÜR SCHULE WEITERBILDUNG WISSENSCHAFT UND FORSCHUNG (MSWWF) [Hrsg.]: Fächerübergreifendes Arbeiten. Bilanz und Perspektiven. MSWWF, Frechen, 56-63.
- BAUMERT, J., C. ARTELT, E. KLIEME & P. STANAT (2001a): PISA - Programme for International Student Assessment: Zielsetzung, theoretische Konzeption und Entwicklung von Messverfahren. In: F.E. WEINERT [Hrsg.]: Leistungsmessen in Schulen. Beltz, Weinheim, 285-310.
- BAUMERT, J., W. BOS & R. LEHMANN [Hrsg.] (2000): TIMSS III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Leske & Budrich, Opladen.
- BAUMERT, J., W. BOS & R. WATERMANN (1998): Schülerleistungen in Mathematik und den Naturwissenschaften am Ende der Sekundarstufe II im internationalen Vergleich. Zusammenfassung deskriptiver Ergebnisse. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Berlin.
- BAUMERT, J., E. KLIEME & W. BOS (2001b): Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. Die Herausforderung von TIMSS für die Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG [Hrsg.]: TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht. Leske & Budrich, Opladen, 110-146.

- 
- BAUMERT, J., E. KLIEME, M. NEUBRAND, M. PRENZEL, U. SCHIEFELE, W. SCHNEIDER, P. STANAT, K.-J. TILLMANN & M. WEIß (2001c): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Leske & Budrich, Opladen.
- BAUMERT, J., R. LEHMANN, M. LEHRKE, M. CLAUSEN, I. HOSENFELD, O. KÖLLER & J. NEUBRAND (1997): TIMSS - Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: Deskriptive Befunde. Leske & Budrich, Berlin.
- BIOLOGICAL SCIENCE CURRICULUM STUDY (1993): Developing Biological Literacy. A Guide to Developing Secondary and Postsecondary Biology Curricula. Kendall/ Hunt Publishing Company, Dubuque, IA.
- BORTZ, J. & N. DÖRING (1995): Forschungsmethoden und Evaluation. Zweite, vollständig überarbeitete Auflage. Springer, Berlin.
- BOS, W., E.M. LANKES, M. PRENZEL, K. SCHWIPPERT, R. VALTIN & G. WALTHER [Hrsg.] (2005): IGLU - Vertiefende Analysen zu Leseverständnis, Rahmenbedingungen und Zusatzstudien. Waxmann, Münster.
- BRANSFORD, J.D., A.L. BROWN & R.R. COCKING [Hrsg.] (1999): How People Learn: Brain, Mind, and School. National Academy Press, Washington, DC.
- BROWN, A.L. (1984): Metakognition, Handlungskontrolle, Selbststeuerung und andere, noch geheimnisvollere Mechanismen. In: F.E. WEINERT & R.H. KLUWE [Hrsg.]: Metakognition, Motivation und Lernen. Kohlhammer, Stuttgart, 60-108.
- BUEB (2006): Lob der Disziplin. Eine Streitschrift. List, München.
- BYBEE, R.W. (1995): Science Curriculum Reform in the United States. In: R.W. RODGER W. BYBEE & J.D. MCINERNEY [Hrsg.]: Redesigning the Science Curriculum. A Report on the Implications of Standards and Benchmarks for Science Education. Biological Sciences Curriculum Study, Colorado Springs, CL, 8-14.
- BYBEE, R.W. (1997): Achieving Scientific Literacy. From Purposes to Practices. Heinemann, Portsmouth.
- CHI, M.T.H. (1984): Bereichsspezifisches Wissen und Metakognition. In: F.E. WEINERT & R.H. KLUWE [Hrsg.]: Metakognition, Motivation und Lernen. Kohlhammer, Stuttgart, 211.
- CHRISTEN, F. (2004): Einstellung von Grundschulern zu Schule und Sachunterricht und der Zusammenhang mit ihrer Interessiertheit. Dissertation. Universität Kassel.

- CHRISTEN, F., H. VOGT & A. UPMEIER ZU BELZEN (2001): Einstellung von Schülern zu Schule und Sachunterricht. Erfassung und Differenzierung von typologischen Einstellungsausprägungen bei Grundschulern. Institut für die Didaktik der Biologie 10, 1-16.
- COMMANDEUR, B. & D. DENNERT [Hrsg.] (2004): Event zieht - Inhalt bindet. Besucherorientierung von Museen auf neuen Wegen. Transkript, Bielefeld.
- CRAIK, F. & R.S. LOCKHARDT (1972): Levels of Processing. A Framework for Memory Research. Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour 11, 671-684.
- CSIKSZENTMIHALYI, M., S. ABUHAMDEH & J. NAKAMURA (2005): Flow. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford, New York, 598-608.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & H. SCHIEFELE (1993): Die Qualität des Erlebens und der Prozess des Lernens. Zeitschrift für Pädagogik 39 (2), 207-221.
- DAVIDSON, J.E. (2003): Insights about Insightful Problem Solving. In: J.E. DAVIDSON & R.J. STERNBERG [Hrsg.]: The Psychology of Problem Solving. Cambridge University Press, Cambridge, MA, 149-175.
- DECI, E.L. & A. MOLLER (2005): The Concept of Competence: A Starting Place for Understanding Intrinsic Motivation and Self-Determined Extrinsic Motivation. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford, New York, 579-597.
- DECI, E.L. & R.M. RYAN (1991): A Motivational Approach to Self: Integration in Personality. In: R. DIENSTBIER [Hrsg.]: Nebraska Symposium on Motivation. University of Nebraska Press, Lincoln, NE, 237-288.
- DECI, E.L. & R.M. RYAN (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für die Pädagogik der Naturwissenschaften 39 (1), 223-228.
- DEWEY, J. (1933): How we think. Heath, Lexington, MA.
- DOLLASE (2004): Was macht erfolgreichen Unterricht aus? <http://www.uni-bielefeld.de/psychologie/ae/AE13/HOMEPAGE/DOLLASE/Unterricht.pdf>.
- DUBS, R. (2002): Science Literacy. Eine Herausforderung für die Pädagogik. In: W. GRÄBER, P. NENTWIG, T. KOBALLA & R. EVANS [Hrsg.]: Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Leske & Budrich, Opladen, 69-82.

- 
- DUIT, R., P. HÄUBLER & M. PRENZEL (2001): Schulleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. In: F.E. WEINERT [Hrsg.]: Leistungsmessen in Schulen. Beltz, Weinheim, 169-185.
- DWECK, C.S. & D.C. MOLDEN (2005): Self-Theories: Their Impact on Competence Motivation and Acquisition. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford, New York, 122-140.
- ENGELN, K. (2004): Schülerlabors: Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Logos, Berlin.
- EUROPEAN COMMISSION (2007): Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission Publications, Brüssel.
- FEND, H. (1997): Schulleistung und Fähigkeitsselbstbild - Universelle Beziehungen oder kontextspezifische Zusammenhänge? Literaturüberblick. In: F.E. WEINERT & A. HELMKE [Hrsg.]: Entwicklung im Grundschulalter. Beltz PVU, Weinheim, 361-371.
- FLAVELL, J.H. (1976): Metacognitive Aspects of Problem Solving. In: L.B. RESNICK [Hrsg.]: The Nature of Intelligence. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 231-235.
- FLAVELL, J.H. (1979): Metacognition and Cognitive Monitoring. A New Area of Cognitive-Developmental Inquiry. *American Psychologist* 34 (10), 906-911.
- FLAVELL, J.H. (1984): Annahmen zum Begriff Metakognition sowie zur Entwicklung von Metakognition. In: F.E. WEINERT & R.H. KLUWE [Hrsg.]: Metakognition, Motivation und Lernen. Kohlhammer, Stuttgart, 23-30.
- GARNER, R. & P.A. ALEXANDER (1989): Metacognition. Answered and Unanswered Questions. *Educational Psychologist* 24 (2), 143-158.
- GILBERT, P. & R. RICHTER (2004): Einheitliche Prüfungsanforderungen (EPA) für das Fach Biologie. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht* 57 (3), 173-176.
- HABEL, W. (1990): Wissenschaftspropädeutik: Untersuchungen zur gymnasialen Bildungstheorie des 19. und 20. Jahrhunderts. Böhlau, Köln, Wien.
- HARMS, U., J. MAYER, M. HAMMANN, H. BAYRHUBER & U. KATTMANN (2004): Kerncurriculum und Standards für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In: H.E. TENORTH [Hrsg.]: Kerncurriculum Oberstufe. Physik - Chemie - Biologie - Geschichte - Politik/Sozialkunde. Beltz, Weinheim, 22-84.

- HELMKE, A. (1992): Selbstvertrauen und schulische Leistungen. Hogrefe, Göttingen.
- HENSE, H. (1990): Das Museum als gesellschaftlicher Lernort. Brandes & Apsel, Frankfurt a. M.
- HUBER, L. (1994): "Wissenschaftspropädeutik" - Eine unerledigte Hausaufgabe der Allgemeinen Didaktik. In: M. MEYER & W. PLÖGER [Hrsg.]: Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik und Fachunterricht. Beltz, Weinheim, Basel, 243-253.
- HURD, P.D. (1958): Science Literacy: Its Meaning for American Schools. Educational Leadership 16, 13-16.
- JAHNKE-KLEIN, S. (2005): Chancengleichheit für Mädchen und Jungen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: F. HELLMICH [Hrsg.]: Lehren und Lernen nach IGLU - Grundschulunterricht heute. Didaktisches Zentrum, Oldenburg, 117-132.
- JANOWSKI, J. & H. VOGT (2006): Biologie lernen ohne Frustration. Schaffung von Lernarrangements zur Förderung positiv ausgerichteter Einstellungsänderungen zu Schule und Biologieunterricht. In: H. VOGT, D. KRÜGER & S. MARSCH [Hrsg.]: Erkenntnisweg Biologiedidaktik 5. Selbstverlag, Kassel, Berlin, 69-86.
- KANFER, R. & P.L. ACKERMAN (2005): Work Competence. A Person-Oriented Perspective. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford, New York, 363-353.
- KINKEL, A. (1997): Qualifikationen fürs Berufsleben. Wie trainiert man soft skills? In: G. VON LANDSBERG [Hrsg.]: Karriereführer Hochschulen. Informationsmarkt für Studenten und Unternehmen. 21. Ausgabe, Köln, 108-111.
- KLAHR, D. (2000): Exploring Science. The Cognition and Development of Discovery Processes. MIT Press, Cambridge, MA.
- KLIEME, E., J. FUNKE, D. LEUTNER, P. REIMANN & J. WIRTH (2001): Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz. Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungsstudie. Zeitschrift für Pädagogik 2, 179-200.
- KRAPP, A. (1992a): Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In: A. KRAPP & M. PRENZEL [Hrsg.]: Interesse, Lernen, Leistung. Aschendorff, Münster, 297-329.
- KRAPP, A. (1992b): Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In: A. KRAPP & M. PRENZEL [Hrsg.]: Interesse, Lernen, Leistung. Aschendorff, Münster, 9-52.

- 
- KRAPP, A. (1997): Selbstkonzept und Leistung - Dynamik ihres Zusammenspiels: Literaturüberblick. In: F.E. WEINERT & A. HELMKE [Hrsg.]: Entwicklung im Grundschulalter. Beltz PVU, Weinheim, 325-339.
- KRAPP, A. (2000): Individuelle Interessen als Bedingung lebenslangen Lernens. In: F. ACHTENHAGEN & W. LEMPERT [Hrsg.]: Lebenslanges Lernen im Beruf. Seine Grundlegung im Lebens- und Jugendalter. Band 3: Psychologische Theorie, Empirie und Therapie. Leske & Budrich, Opladen, 54-75.
- KRAPP, A. & R.M. RYAN (2002): Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In: M. JERUSALEM & M. HOPF [Hrsg.]: Zeitschrift für Pädagogik. Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen. 44. Beiheft. Beltz, Weinheim, Basel, 54-82.
- KROSNIK, J.A. & R.E. PETTY (1995): Attitude Strength. An Overview. In: J.A. KROSNIK & R.E. PETTY [Hrsg.]: Attitude Strength - Antecedents and Consequences. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1-24.
- KULTUSMINISTER DES LANDES NRW (2004): Richtlinien und Lehrpläne. Biologie. Ritterbach, Frechen.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (1995): Weiterentwicklung der Prinzipien der gymnasialen Oberstufe und des Abiturs. Abschlussbericht der von der Kultusministerkonferenz eingesetzten Expertenkommission. Kultusministerkonferenz, Bonn.
- KULTUSMINISTERKONFERENZ (2005): Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss. Luchterhand, Neuwied.
- LANGLET, J. (2001): Wissenschaft entdecken und begreifen. Unterricht Biologie 268, 4-12.
- LAUGKSCH, R.C. (2000): Scientific Literacy. A Conceptual Overview. Science Education 84, 71-94.
- MANHART, J.J. (1998): Gender Differences in Scientific Literacy. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education.  
<http://www.ericse.org/~ericseorg/cd-1/cd/pdf/sciliteracy/Ed420522.pdf>.
- MAYER, J. (2004): Qualitätsentwicklung im Biologieunterricht. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht 57 (2), 92-99.
- MAYER, J., U. HARMS, M. HAMMANN, H. BAYRHUBER & U. KATTMANN (2004): Kerncurriculum Biologie der gymnasialen Oberstufe. Der mathematische und naturwissenschaftliche

- Unterricht 57 (3), 166-173.
- METCALFE, J. & A.P. SHIMAMURA [Hrsg.] (1994): Metacognition: Knowing about Knowing. MIT Press, Cambridge, MA.
- MITCHELL, M. (1993): Situational interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology* 85 (3), 424-436.
- NATIONAL COMMISSION ON EXCELLENCE IN EDUCATION (1983): A Nation at Risk. The Imperative for Educational Reform. US Government Printing Office, Washington, DC.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996): National Science Education Standards. National Academy Press, Washington, DC.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2001): Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse von PISA 2000. OECD Publications, Paris.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2003): The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. OECD Publications, Paris.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2004): Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003. OECD Publications, Paris.
- PELLA, M.O. (1967): Science Literacy and the High School Curriculum. *School Science and Mathematics* 67, 346-356.
- POPPER, K.R. (1935): Logik der Forschung. Julius Springer, Wien.
- REINMANN-ROTHMEIER, G. & H. MANDL (2001): Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. KRAPP & B. WEIDENMANN [Hrsg.]: Pädagogische Psychologie, 4. Auflage. Beltz, Weinheim, 601-646.
- RENKL, A., A. HELMKE & F.-W. SCHRADER (1997): Schulleistung und Fähigkeitsselbstbild - Universelle Beziehungen oder kontextspezifische Zusammenhänge? Ergebnisse aus dem Scholastik-Projekt. In: F.E. WEINERT & A. HELMKE [Hrsg.]: Entwicklung im Grundschulalter. Beltz PVU, Weinheim, 373-383.
- ROBINSON, W.R. (2004): The Inquiry Wheel, an Alternative to the Scientific Method. A View of the Science Education Research Literature. *Journal of Chemical Education* 81, 791-792.
- RYAN, R.M. & E.L. DECI (2000): Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist* 55 (1), 68-78.

- 
- SCHIEFELE, H., M. PRENZEL, A. KRAPP, A. HEILAND & H. KASTEN (1983): Zur Konzeption einer pädagogischen Theorie des Interesses. Institut für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, München.
- SCHMIDKUNZ, H. & H. LINDEMANN (1999): Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.
- SCHNABEL, K.-U. (1997): Schulleistung und Fähigkeitsselbstbild - Universelle Beziehungen oder kontextspezifische Zusammenhänge? Kommentar. In: F.E. WEINERT & A. HELMKE [Hrsg.]: Entwicklung im Grundschulalter. Beltz PVU, Weinheim, 385-388.
- SCHOENFELD, A.H. (1992): Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense-Making in Mathematics. In: D. GROUWS [Hrsg.]: Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning. Mac Millan, New York, 334-370.
- SCHÖNE, C., O. DICKHÄUSER, B. SPINATH & J. STIENSMEIER-PELSTER (2003): Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung. In: J. STIENSMEIER-PELSTER & F. RHEINBERG [Hrsg.]: Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept. Hogrefe, Göttingen, 3-14.
- SCHWARZER, R. & M. JERUSALEM [Hrsg.] (1999): Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen. Freie Universität Berlin, Berlin.
- SHIBLEY HYDE, J. & A.M. DURIK (2005): Gender, Competence, and Motivation. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford, New York, 375-391.
- SIMON, H.A. & W.G. CHASE (1973): Skill in Chess. *American Scientist* 61, 394-403.
- SIØBERG, S. (2002): Pupils' Experiences and Interests Relating to Science and Technology. Some Results from a Comparative Study in 21 Countries. Contribution to Stockholm Library of Curriculum Studies, Stockholm, 1-15.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLFS (1995): Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. Freeman, New York.
- SPITZER, M. (2002): Lernen - Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Springer, Heidelberg, Berlin.
- STERNBERG, R.J. (2005): Intelligence, Competence, and Expertise. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK

- [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford Press, New York, 15-30.
- UPMEIER ZU BELZEN, A. & F. CHRISTEN (2004): Einstellungsausprägungen von Schülern der Sekundarstufe I zu Schule und Biologieunterricht. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 10 (2), 220-231.
- UPMEIER ZU BELZEN, A. & H. VOGT (2001): Interessen und Nicht-Interessen bei Grundschulkindern. Theoretische Basis der Längsschnittstudie PEIG. Institut für die Didaktik der Biologie 10 (1), 17-31.
- VAN AKEN, M.A.G., A. HELMKE & W. SCHNEIDER (1997): Selbstkonzept und Leistung - Dynamik ihres Zusammenspiels: Ergebnisse aus dem Scholastik-Projekt. In: F.E. WEINERT & A. HELMKE [Hrsg.]: Entwicklung im Grundschulalter. Beltz PVU, Weinheim, 341-350.
- VOGT, H. (1998): Zusammenhang zwischen Biologieunterricht und Genese von biologieorientiertem Interesse. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 4 (1), 13-27.
- VOGT, H. (2000): Generierung und Promotion von biologieorientierten Interessen bei Schülern. Habilitationsschrift. Universität Münster.
- VOGT, H. (2001): Verstehensfelder im Biologieunterricht - Systematisieren biologischer Inhalte. Selbstverlag, Kiel.
- VOGT, H., A. UPMEIER ZU BELZEN, T. SCHRÖER & I. HOEK (1999): Unterrichtliche Aspekte im Fach Biologie, durch die Unterricht aus Schülersicht als interessant erachtet wird. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 5 (3), 75-85.
- VON FALKENHAUSEN, E. (1985): Wissenschaftspropädeutik im Biologieunterricht der gymnasialen Oberstufe. Aulis Deubner, Köln.
- VON HENTIG, H. (1974): Magier oder Magister? Über die Einheit der Wissenschaft im Verständigungsprozess. Suhrkamp, Frankfurt a. M.
- WEINERT, F.E. (1984): Metakognition und Motivation als Determinanten der Lerneffektivität. Einführung und Überblick. In: F.E. WEINERT & R.H. KLUWE [Hrsg.]: Metakognition, Motivation und Lernen. Kohlhammer, Stuttgart, 9-22.
- WEINERT, F.E. & R.H. KLUWE [Hrsg.] (1984): Metakognition, Motivation und Lernen. Kohlhammer, Stuttgart.
- WELLMAN, H.M. (1985): The Origins of Metacognition. In: D.L. FORREST-PRESSLEY, G.E.

---

MACKINNON & T.G. WALLER [Hrsg.]: Metacognition, Cognition, and Human Performance. Academic Press Inc., Orlando, FL, 1-31.

WHEELER, L. & J. SULS (2005): Social Comparison and Self-Evaluations of Competence. In: A.J. ELLIOT & C.S. DWECK [Hrsg.]: Handbook of Competence and Motivation. Guilford, New York, 566-578.

ZÖFEL, P. (2003): Statistik für Psychologen im Klartext. Pearson Studium, München.

## 11. Anhang

### 11.1. Fotos

#### 11.1.1. Orte der Untersuchungsdurchführung

Zoologisches Forschungsmuseum  
Alexander Koenig, Bonn.



*San Diego Natural History Museum,*  
Kalifornien.

*San Diego High School,* Kalifornien.



---

**11.1.2. Fotos von den Stationen im Lernzirkel „Gut zu Fuß - Gecko, Chamäleon und Co wissenschaftlich untersucht“ im Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig**

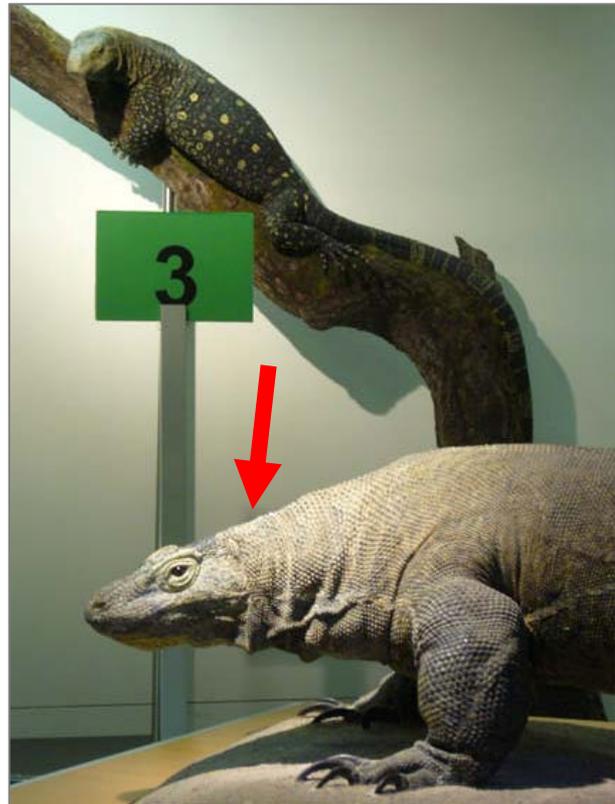


Station 1 des Lernmoduls „Gut zu Fuß - Gecko, Chamäleon & CO wissenschaftlich untersucht“ im Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig. Der hier eingefügte Pfeil weist auf einen Gürtelschweif.



Station 2 des Lernmoduls „Gut zu Fuß - Gecko, Chamäleon & CO wissenschaftlich untersucht“ im Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig. Der hier eingefügte Pfeil weist auf ein Chamäleon im Strauch.

Station 3 des Lernmoduls „Gut zu Fuß  
-- Gecko, Chamäleon & CO  
wissenschaftlich untersucht“ im  
Zoologischen Forschungsmuseum  
Alexander Koenig. Der hier eingefügte  
Pfeil weist auf einen Komodowaran.



Station 4 des Lernmoduls „Gut zu Fuß  
-- Gecko, Chamäleon & CO  
wissenschaftlich untersucht“ im  
Zoologischen Forschungsmuseum  
Alexander Koenig. Der hier eingefügte  
Pfeil weist auf einen Gecko.



---

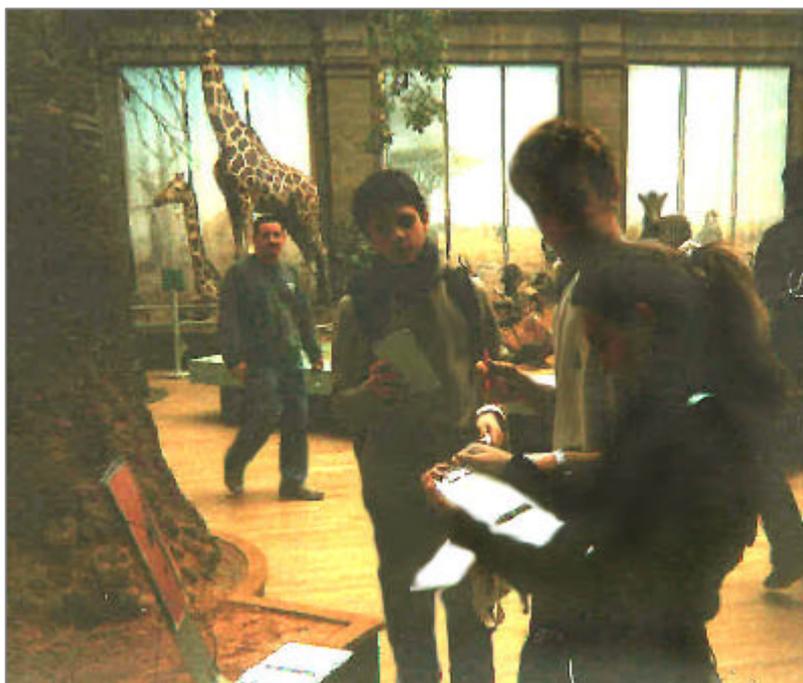
11.1.3. Fotos von den Probanden im Lernzirkel „Gut zu Fuß - Gecko, Chamäleon und Co wissenschaftlich untersucht“ im Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig



Die Probanden erstellen ein Modell eines Geckofußes.



Das lebende Chamäleon im Terrarium (Hintergrund) liefert die Vorlage für eine Detailzeichnung von einem Chamäleonfuß



Eine Kleingruppe erarbeitet die ökologischen Rahmenbedingungen der Savanne als typischem Reptilien-Lebensraum.



Probandinnen während der Präsentationsphase im Hörsaal des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig.

---

11.1.4. Fotos von den Probanden im Lernmodul „Autumn Harvest“ im *San Diego Natural History Museum*



Schüler erkunden heimische Tiere aus der Region um San Diego, Kalifornien.



Zwei Schüler stellen Eichelmus her, die Hauptnahrung von Ureinwohnern der Region.

11.1.5. Fotos von den Probanden im Lernmodul „*School in the Park*“ im *San Diego Natural History Museum*



Eine Museumslehrerin erklärt Drittklässlern das Phänomen der Erosion.



Schüler der dritten Klasse führen ein Experiment zur Wasserdurchlässigkeit unterschiedlicher Böden durch.

---

### 11.1.6. Fotos von der Datenerhebung mit Hilfe von Fragebögen



Datenerhebung mit Probanden der dritten Jahrgangsstufe im *San Diego Natural History Museum*.



Eine Lehrerin an der *San Diego High School* erläutert das Ausfüllen des Fragebogens.



18. Ich möchte noch mehr über das Thema „Angepasstheit von Tieren an ihre Lebensräume“ erfahren:

sehr gerne      gerne      weder noch      nicht gerne      überhaupt nicht gerne

?                    ?                    ?                    ?                    ?

19. Ich habe Lust dazu, typische Methoden wissenschaftlichen Arbeitens zu erlernen.

sehr gerne      gerne      weder noch      nicht gerne      überhaupt nicht gerne

?                    ?                    ?                    ?                    ?

20. Das heutige Thema „Gut zu Fuß – Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“ finde ich

sehr                    etwas                    weder noch                    etwas                    sehr

interessant    ?                    ?                    ?                    ?                    ?                    uninteressant

21. Dass wir heute einen Einblick in wissenschaftliche Arbeitsmethoden bekommen, finde ich

sehr                    etwas                    weder noch                    etwas                    sehr

interessant    ?                    ?                    ?                    ?                    ?                    uninteressant

	stimmt genau 	stimmt fast 	weder noch 	stimmt kaum 	stimmt nicht 
22. Mir ist es wichtig, dass ich mich mit meinen Mitschülern vertrage.					
23. Ich wünsche mir, die Schulzeit wäre zu Ende.					
24. Ich wünsche mir, dass die Schule abgeschafft wird.					
25. Mir gefällt es, wenn sich gute Schülerinnen und Schüler um solche kümmern, die nicht so gut mitkommen.					
26. Schule ist für mich das Letzte.					
27. Der Biologieunterricht macht mir Spaß.					
28. Der Gedanke an Zensuren belastet mich beim Lernen.					
29. Ich finde den Biologieunterricht interessant.					
30. Ich fühle mich von unserer Biologielehrerin / unserem Biologielehrer ungerecht beurteilt.					
31. Mir gefällt es nicht, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer im Unterricht die Meinung der Schülerinnen und Schüler abweist.					
32. Mich stört es, wenn die Biologielehrerin / der Biologielehrer nur ihre/seine Meinung gelten lässt.					
33. Ich finde es schrecklich, wenn unsere Biologielehrerin / unser Biologielehrer uns herum kommandiert.					
34. Bei Prüfungen bekomme ich fast kein vernünftiges Wort heraus.					
35. Mir gefällt es, wenn ich bei unserer Biologielehrerin / unserem Biologielehrer viel lerne.					

**Vielen Dank für deine Mithilfe!**

## 11.2.2. Englischer Fragebogen für die Jahrgangsstufe 3



First letter of your first name: \_\_\_\_\_

Your favorite animal: \_\_\_\_\_

You are: ? a girl ? a boy

Your age: \_\_\_\_\_ Your grade: \_\_\_\_\_

Number of your brothers and sisters:

\_\_\_\_\_

	Absolutely 	Sort of 	Maybe/ I don't know 	Not really 	Not at all 
1. If I do an experiment by myself, I will know what to do.					
2. I feel good when I am at school.					
3. If I am studying an animal and I can't find some information I need, I would know how to solve the problem.					
4. To know how a scientist works is very interesting.					
5. Even if a new teacher doubts my skills, I know I am actually able to achieve good results.					
6. I think it is dumb when boys kid girls and girls kid boys.					
7. In my science class I can organize information easily.					
8. Working on my own, I could find out how to make food out of algae.					
9. I think learning is fun.					
10. I think I could plan an experiment.					
11. I think it is dumb when our science teacher chooses the topics without asking us.					
12. I think I am capable of presenting group work in front of the class well.					
13. School is a nice place to be.					
14. "Spiders are able to climb walls vertically. Investigate scientifically, how these animals are adapted to their environment and present your results!" – After I read this task, I knew immediately which step I would take first.					
15. I like to kid other students.					
16. I think that in comparison to my classmates I can contribute very good ideas to the planning of an experiment.					
17. I'd like to know more about the topic "Animals' adaptations to their environment" very much.					

	Absolutely 	Sort of 	Maybe/ I don't know 	Not really 	Not at all 
18. If I had to present group work in science class, I would do very well.					
19. I get annoyed by working on the same topic for a long time in science class.					
20. In science class I learn stuff I can use in my life.					
21. In a group, I always have several ideas how to work out a problem.					
22. Loud noise in the classroom bothers me.					
23. I can explain the steps in the <i>scientific method</i> .					
24. Science is dumb when my science teacher just talks and talks.					
25. To me it is important that I learn a lot in science class.					
26. I can ask interesting questions that can be investigated scientifically.					
27. The topic of today's class " <i>Autumn Harvest</i> " is very interesting.					
28. If I were asked to test the quality of water, I would be able to quickly master the skills for the experiment.					
29. I'd like to learn how to use some typical methods of scientific work very much.					

**THANKS A LOT FOR YOUR HELP!**



### 11.2.3. Englischer Fragebogen für die Jahrgangsstufe 9

**Dear student,**  
 The following sentences are referring to your own personal judgement. Take your time to read through them and mark **only one box** after each sentence. Before you start, please fill in the following information. It will help us to create an anonymous code for you, so that you don't have to give us your real name.



Third letter of your mother's first name: \_\_\_\_  
 Third letter of your father's first name: \_\_\_\_  
 You are: ? female                      ? male  
 Your age: \_\_\_\_                      your grade: \_\_\_\_  
 Number of your siblings: \_\_\_\_\_

	absolutely 	sort of 	neither nor 	not really 	not at all 
1. If we are going to do experiments in class by ourselves, I'm sure I will immediately know what to do.					
2. Even if we got into a tricky situation during group work, I will always have several ideas how we can proceed.					
3. If I had to examine an animal in a scientific way by myself, I would <b>not know</b> what to do if difficulties occurred. <b>TRUE?</b>					
4. If I had to present the results of some group work in my science class, I'll probably do very well.					
5. Even if a new science teacher doubted my skills, I am sure that I can actually perform well.					
6. I could probably explain well the <i>scientific method</i> from formulating scientific questions to the presentation of finished results.					
7. I'll probably be good at systematically organizing information on a certain topic on my own in my science class.					
8. Even if I had to work on my own, I could build and explain a model of the human hand well.					
9. I think I am capable of finding interesting questions about a biological topic, which can be answered scientifically by an experiment or by collecting information.					
10. I think I am capable of planning an experiment based on my own ideas in science class.					
11. If we examine samples of water in science class, I do <b>not think</b> I am capable of quickly mastering the skills for the experiment. <b>TRUE?</b>					
12. I think I'll be capable of presenting the results of group work in front of the science class well.					
13. I think that in comparison to my classmates I can contribute very good ideas to the planning of an experiment.					
14. <i>"Spiders are able to climb walls vertically. Investigate scientifically, how these animals are adapted to their environment and present your results!"</i> – After I read this task I knew immediately which step I would take first.					
15. I think it would be very interesting if a <i>Natural History Museum</i> scientist explained his work and methods to us.					
16. I am very interested to know more about reptiles and their adaptations to their environment.					
17. I think it would be very interesting, if a scientist who studies reptiles at the <i>Natural History Museum</i> took us with him to work.					

15. I'd like to know more about the topic "animal adaptations to the environment".

absolutely      sort of      neither nor      not really      not at all  
 ?                    ?                    ?                    ?                    ?

16. I'd like to learn how to use some typical methods of scientific work.

absolutely      sort of      neither nor      not really      not at all  
 ?                    ?                    ?                    ?                    ?

17. The topic "Fancy Footwork: the scientific investigation of geckos, chameleons and other reptiles" is:

very                    a bit                    neither nor                    a bit                    very  
 interesting      ?                    ?                    ?                    ?                    ?      uninteresting

18. Gaining an insight into scientific working methods is:

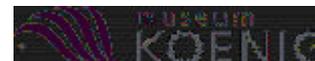
very                    a bit                    neither nor                    a bit                    very  
 interesting      ?                    ?                    ?                    ?                    ?      uninteresting

	absolutely 	sort of 	neither nor 	not really 	not at all 
19. For me it is important that I get along well with my classmates.					
20. I wish my time in school was already over.					
21. I wish school was done away with.					
22. I like it when good students help those who are not so good.					
23. School is horrible.					
24. Science lessons are fun.					
25. The thought of being graded makes me feel stressed out when I am learning.					
26. I find science lessons interesting.					
27. I feel my science teacher judges my performance in class unfairly.					
28. I don't like it when our science teacher rejects the students' opinion in class.					
29. I don't like it when the science teacher accepts only his/ her own opinion.					
30. I think it's horrible when our science teacher orders us around.					
31. During oral presentations, I can hardly speak a sensible word.					
32. I like when I learn a lot from our science teacher.					

**Thanks a lot for your help!**

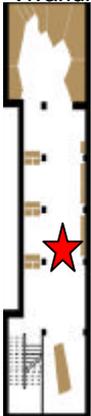
## 11.3. Material für das Lernmodul „Gut zu Fuß - Gecko, Chamäleon & Co wissenschaftlich untersucht“

### 11.3.1. Informationstexte für die Stationen im Lernzirkel



# STATION 1

Vivarium



## Verschiedene Fußformen

An dieser Station sieht man eine lebende Agame in einem Terrarium. Die Füße dieser typischen Echse sind kräftig und haben fünf Zehen mit gebogenen Krallen. Die Tiere leben hauptsächlich auf dem Boden. Sie können sich auf der Erde oft sogar sehr schnell fortbewegen. Die Füße dieser Echsens sind nicht so spezialisiert wie die von Chamäleons und Geckos, sondern vielseitig einsetzbar. Die Krallen kommen zum Einsatz, wenn das Tier klettert. Da die Füße kräftig sind, eignen sie sich auch zur Beutejagd. Sie können außerdem zum Schwimmen benutzt werden.

Zum Vergleich: Die Füße der Chamäleons sind stark an spezielle Funktionen angepasst. Die Zehen jeden Fußes sind in zwei Gruppen zusammengewachsen. Am Vorderfuß sind außen 3 und innen 2 Zehen verwachsen, am Hinterfuß genau umgekehrt: außen 2 und innen 3. Man



Verwachsene Zehen eines Chamäleons.

Foto: I. Arndt

kann dies am Tier im Terrarium sehr gut erkennen, da die Krallen der einzelnen Finger nicht verwachsen sind. Diese Bauweise der Füße ermöglicht Chamäleons ein festes Zugreifen an Zweigen, wo sie sich hauptsächlich aufhalten.

**Geckos** können Wände hoch gehen. Wie schaffen sie es, sich an senkrechten Flächen fest zu halten? Auf der Innenfläche der Geckofüße ist ein deutliches Rillenmuster zu erkennen. Auf diesen Haftlamellen sitzen



Geckofuß mit Haftlamellen.

Foto: I. Arndt

unendlich viele, sehr kleine Härchen. Diese Härchen spalten sich nochmals auf in mikroskopisch kleine Häkchen. Dadurch entstehen zwischen Geckofuß und Wand extrem starke Haftkräfte, man bezeichnet dies als Adhäsion. Sogar tote Geckos verlieren das Haftvermögen nicht und können an einer Glasscheibe hängen bleiben. Es kostet Geckos keine Energie, an einer senkrechten Fläche zu haften. Deshalb schlafen sie auch oft in dieser Position.

## STATION 2



### Die Bedeutung der Füße im Lebensraum

An dieser Station sieht man ein so genanntes Zierliches Chamäleon (*Chamaeleo gracilis*) in einem Busch sitzen. Fast alle **Chamäleons** leben hauptsächlich auf Bäumen und Sträuchern. Ihre Füße sind sehr gut an ein Leben in Baumkronen und auf Büschen angepasst, indem die Zehen jeweils in zwei Gruppen verwachsen sind und so eine Art „Greifzange“ bilden. Wie eine „fünfte Hand“ benutzen Chamäleons ihren Schwanz: Sie können ihn einrollen und sich so noch zusätzlich festhalten. Auf Ästen klettern Chamäleons sehr geschickt, für die Fortbewegung auf dem Boden sind ihre Füße jedoch nicht sehr geeignet.

Zum Vergleich: Die meisten Geckos haben Füße mit einer anderen besonderen Eigenschaft: Mit ihren speziell ausgerüsteten Füßen können sie sehr gut auf schrägen und senkrechten Flächen, ja sogar kopfüber an der Decke laufen. Durch diese Fähigkeit können sich Geckos



Ein Gecko, der auf einem Blatt haftet.

Foto: T. Ziegler

Lebensräume erschließen, die für andere Reptilien völlig unerreichbar sind. Die meisten Geckos leben an senkrechten Orten wie Steinen, Baumstämmen, und sogar auf glatten Palmenblättern. Auch an Hauswänden halten sie sich gerne auf. Bei uns in Deutschland gibt es allerdings keine Geckos. Sie leben in südlicheren Ländern (Spanien, Südamerika,...), wo es wärmer ist als bei uns.

Die Füße der **typischen Echsen** sind vielseitig einsetzbar. Bartagamen zum Beispiel haben ganz typische Echsenfüße. Sie leben in steinigem oder



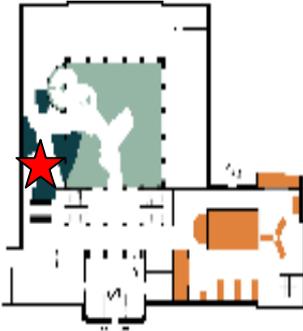
Bartagamen in ihrem Lebensraum.

Foto: W. Böhme

sogar felsigen Trockengebieten. Ihre Füße sind kräftig, so dass die Echse sich auf ebener Erde oder auf steinigem Boden gut fortbewegen kann. Mit ihren scharfen Krallen können die Tiere sich beim Klettern auch an der Borke von Bäumen festhalten. Agamen halten sich oft auf Steinhügeln auf. Auch beim Graben einer Erdhöhle als Versteck sind die Krallen nützlich.

## STATION 3

Erdgeschoss



### Nahrungssuche: FüÙe im Einsatz

An dieser Station sieht man einen Bindenwaran (*Varanus salvator*) und einen Bengalenwaran (*Varanus bengalensis*). Manche **Warane** sind Pirschjäger, sie suchen aktiv nach ihren Beutetieren. Andere betätigen sich als «Wegelagerer»: Sie verbergen sich im Hochgras oder im GebüÙsch an einer günstigen Stelle und warten dort geduldig, oft tagelang, bis ein mögliches Opfer in ihre Nähe kommt. Ist das Beutetier noch einen oder zwei Meter entfernt, schieÙt der Waran plötzlich aus seinem Versteck hervor und stürzt sich auf sein Opfer. Um die Beute zu töten, benutzen Warane nicht nur ihr scharfes Gebiss sondern auch ihre kräftigen FüÙe mit Krallen. Die FüÙe spielen also beim Nahrungserwerb eine wichtige Rolle.

Dies ist bei **Chamäleons** anders: Die FüÙe werden nicht dazu eingesetzt, Beute zu fangen. Chamäleons benutzen dazu ihre extrem lange Zunge. Diese wird – ähnlich wie bei Fröschen – blitzschnell ausgestreckt, umfasst z.B. ein Insekt und wird mitsamt Insekt wieder eingezogen. Beutetiere, die nahe genug sind, werden manchmal auch einfach ohne Zungeneinsatz geschnappt. Die FüÙe dienen nur dazu, dass das Chamäleon in die richtige Position klettern kann, um die Beute zu erwischen.



Mit einer Lichtschranke wurden diese Fotos ausgelöst, die ein Chamäleon beim Insektenfang zeigen.

Fotos: H. Dischner

Zum Vergleich: **Geckos** sind meist schnelle, sehr bewegliche Tiere. Die meisten Arten sind Jäger, die ihre Beute mit einem kleinen Sprint zu überraschen versuchen und sie dann geschickt mit dem Maul ergreifen. Manchmal schleichen sie sich – ähnlich wie Chamäleons – vorsichtig an die Beute heran, um sie mit einem schnellen Vorstoß des Mauls zu erfassen. Für Geckos sind die Füße für das Fangen der Beute also von großer Bedeutung.



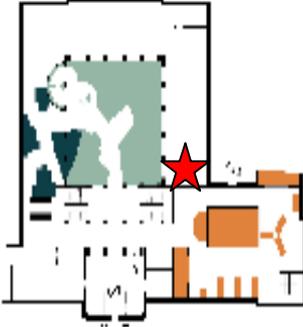
Ein Gecko auf Jagd.

Foto: W. Böhme

Obwohl die Füße dabei nicht als Waffe eingesetzt werden wie bei den Waranen, ist es sehr wichtig für den Jagderfolg eines Geckos, dass er durch die speziellen Füße sehr wendig ist. Geckos leben oft ganz in der Nähe von Menschen. An deren Häusern gehen sie gerne auf Beutejagd und fangen Insekten, die vom Licht in den Häusern angelockt werden.

## STATION 4

Erdgeschoss



### Die Welt der Kletterkünstler: Physik der Geckofüße

An dieser Station sieht man einen lebenden Gecko im Terrarium. Die eindrucksvollste und auffälligste Eigenschaft der Geckos überhaupt ist die Fähigkeit der meisten Arten, an senkrechten und sogar überhängenden Flächen haften zu bleiben und sich dort sogar fortzubewegen. Sie können dies, weil sie an ihren Fingern und Zehen Haftpolster aus kleinsten Härchen besitzen.

Die Füße von **Geckos** haften von allein am Untergrund. Auf sehr glatten Wänden oder Glas wird gar nicht das gesamte Haftvermögen eingesetzt. Wenn der Gecko all seine Haare maximal nutzen würde, könnte er ein 20 Kilogramm schweres Kind mit einem Fuß festhalten.



Ein Gecko haftet sogar an einer Glasscheibe

Foto: W. Böhme

Wie können die selbsthaftenden Füße wieder vom Untergrund gelöst werden? Dazu heben die Geckos ihre Zehen von vorn her an, was an ein Aufrollen erinnert. Danach kann der Fuß nach oben weggezogen werden.

Die Haftborsten sind bereits im Ei fertig entwickelt. Im Laufe ihres Lebens häuten sich Geckos mehrmals, weil ihre Haut nicht mitwachsen kann. Nach



Dieser Gecko streift seine alte, weißliche Haut bei der Häutung ab.

Foto: W. Böhme

der Häutung sind auch die Haftborsten von einer frischen Haut umhüllt. Dann verschmutzen und verkleben die Borsten langsam, bis zur nächsten Häutung. Die Borsten verlieren dadurch etwas an Haftkraft. Ein Geckofuß haftet deshalb kurz nach dem Häuten am besten.

Britische Forscher lassen sich bei der Entwicklung eines Klebestreifens von Geckos inspirieren. Noch existiert nur ein Prototyp des neuartigen Klebefilms, und der weist noch zwei entscheidende Nachteile auf: Zum einen würde ein Quadratmeter Klebeband bisher mehrere Zehntausend Euro kosten. Zum anderen lässt die Haftkraft des Gecko-Tesafilms nach sieben oder acht Klebevorgängen deutlich nach. Wenn es irgendwann gelingen würde, künstliche Geckofüße nachzubauen, könnte man Roboter herstellen, die Wände hoch laufen.

11.3.2. Schülerbögen



# EIN LERNZIRKEL FÜR SCHÜLER



© S. Rick

# GUT ZU FUß

-

## GECKO, CHAMÄLEON & CO

## WISSENSCHAFTLICH UNTERSUCHT

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

Bitte trage folgende Angaben ein, aus denen ein anonymer Code entsteht. So musst du uns deinen Namen nicht nennen.

Dritter Buchstabe des Vornamens der Mutter: \_\_\_\_\_

Dritter Buchstabe des Vornamens des Vaters: \_\_\_\_\_

Du bist:     ? weiblich                     ? männlich

Dein Alter: \_\_\_\_\_     deine Klasse: \_\_\_\_\_

Deine Staatsangehörigkeit: \_\_\_\_\_

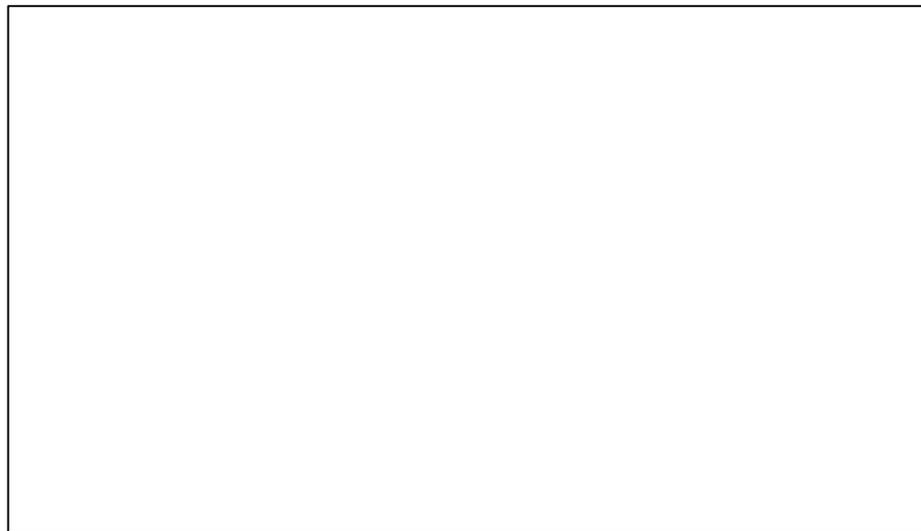
Anzahl deiner Geschwister: \_\_\_\_\_

Vielen Dank für deine Mithilfe!

# SCHÜLERBOGEN ZU STATION 1

## Verschiedene Fußformen

**Aufgabe 1:** Wissenschaftliche Zeichnungen sind eine anerkannte Methode, um die Besonderheiten einer Struktur genau zu erfassen. Zeichne hier einen Fuß der Bartagame im Terrarium und achte dabei besonders auf Details!



**Aufgabe 2:** Liste die wichtigsten Merkmale in der Bauweise von Chamäleonfüßen, Geckofüßen und den Füßen typischer Echsen auf! Informiere dich mit Hilfe des Infotextes zu Station 1!

Chamäleon	Gecko	typische Echsen

## NACH STATION 1

Ihr arbeitet im Moment nach Methoden der empirischen Wissenschaft.  
Dazu gehören mehrere Phasen. Markiere, bei welcher Phase ihr im  
Moment seid!

1. Wissenschaftliche Fragen stellen
2. Lösungswege suchen
3. Informationen sammeln
4. Informationen ordnen
5. Ergebnisse festhalten
6. Ergebnisse präsentieren

Was hat dir an dieser Station Spaß gemacht?

---

---

Welches Vorwissen hattest du schon zum Thema dieser Station?

---

---

Eine/ -r aus eurer Gruppe fasst bitte mündlich in einem Satz  
zusammen, was ihr an dieser Station Neues erfahren habt.  
Danach ergänzt jeder von den beiden anderen einen weiteren  
wichtigen Aspekt dazu.

# SCHÜLERBOGEN ZU STATION 2

## Die Bedeutung der Füße im Lebensraum

**Aufgabe 1:** An dieser Station ist ein Chamäleon in seinem natürlichen Lebensraum (Habitat) ausgestellt. Welche Arten kommen im selben Habitat vor? Zeigen deren Füße ähnliche Anpassungen an diesen Lebensraum? Bestimme fünf Tiere in der Umgebung des Chamäleons mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels, den du in der Museumstasche findest. Benenne dann selbst die Anpassung der Tierfüße an dieses Habitat.

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Anpassung der Füße

**Aufgabe 2:** Beschreibe mit möglichst vielen Attributen das typische Habitat eines Chamäleons und eines Geckos. Informationen dazu bietet der Infotext zu dieser Station.

Habitat einer Bartagame	Habitat eines Chamäleons	Habitat eines Geckos
<b>sandig</b> <b>Felsen</b> <b>heiß</b> <b>steinig</b> <b>karg</b> <b>trocken</b> <b>wenige Pflanzen</b>		

## NACH STATION 2

Was trifft am ehesten zu? Setze höchstens 3 Kreuze.

Ich habe an dieser Station...

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Informationen gesammelt     | <input type="checkbox"/> Informationen miteinander verglichen |
| <input type="checkbox"/> den anderen Fragen gestellt | <input type="checkbox"/> den anderen Neues erklärt            |
| <input type="checkbox"/> Informationen geordnet      |   |

Was fiel dir bei dieser Station leicht? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Was fiel dir bei dieser Station nicht so leicht? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Markiere falsche Aussagen!

- Die Füße der Chamäleons sind an das Leben im Sand und auf Bäumen angepasst.
- Die Füße der Chamäleons werden auch zum Ergreifen von Beute benutzt.
- Geckos können an senkrechten Flächen gut klettern.
- Nur im Süden Deutschlands gibt es Geckos.
- Die Füße der typischen Echsen haben Krallen
- Bartagamen leben in Feuchtgebieten.

# SCHÜLERBOGEN ZU STATION 3

## Nahrungssuche: Füße im Einsatz

### Aufgabe 1:

An dieser Station siehst du zwei Warane nebeneinander. Welche körperlichen Merkmale sind für einen Waran besonders wichtig beim Erbeuten von Nahrung? Trage hier die Merkmale und ihre Funktionen ein!

<i>Merkmale</i>	<i>Funktion</i>

### Aufgabe 2:

Jetzt vergleiche ein Chamäleon und einen Gecko: Welche Körperteile sind bei diesen Tieren besonders wichtig beim Erbeuten von Nahrung? Hierzu bietet der Infotext zu Station 3 Hinweise.

Bei einem Chamäleon:

Bei einem Gecko:

## NACH STATION 3

Noch einmal die Überlegung im Hinblick auf den wissenschaftlichen Erkenntnisweg: Markiere, bei welcher Phase ihr jetzt seid!

1. Wissenschaftliche Fragen stellen
2. Lösungswege suchen
3. Informationen sammeln
4. Informationen ordnen
5. Ergebnisse festhalten
6. Ergebnisse präsentieren

Was hat dir an dieser Station Spaß gemacht?

---

---

Welches Vorwissen hattest du schon zum Thema dieser Station?

---

---

Eine/ -r aus eurer Gruppe fasst bitte wieder mündlich in einem Satz zusammen, was ihr an dieser Station Neues erfahren habt. Danach ergänzt jeder von den beiden anderen einen weiteren wichtigen Aspekt dazu.

# SCHÜLERBOGEN ZU STATION 4

## Die Welt der Kletterkünstler – Physik der Geckofüße

**Aufgabe 1:** Hier geht es um den Vergleich der Funktion von Haaren beim Menschen und bei einem Gecko. Schätze, wie viele Haare sich bei einem Menschen durchschnittlich in einem 2 mal 2 Zentimeter großen Quadrat auf der Handoberseite bzw. auf der Handinnenfläche befinden. Untersuche als Referenz die eigene Hand. Trage die beiden Zahlen hier ein:

Handoberseite Mensch

Handinnenfläche Mensch

Schätze ebenso die durchschnittliche Anzahl von Haaren in einem 2 mal 2 Zentimeter großen Quadrat auf der Handoberseite bzw. der Handinnenfläche von einem Gecko. Hinweise dazu bietet der Infotext zu Station 4.

Handoberseite Gecko

Handinnenfläche Gecko

**Aufgabe 2:** Welche Funktion haben deiner Meinung nach die Haare beim Menschen? Notiere in Stichworten!

---



---

Welche Funktion haben die Haare beim Gecko? Informiere dich mit Hilfe des Infotextes zu Station 4 und notiere!

---



---

## NACH STATION 4

Was trifft am ehesten zu? Setze höchstens 3 Kreuze.

Ich habe an dieser Station...

- ? Informationen gesammelt
- ? Informationen miteinander verglichen
- ? den anderen Fragen gestellt
- ? den anderen Neues erklärt
- ? Informationen geordnet

Was fiel dir bei dieser Station leicht? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Was fiel dir bei dieser Station nicht so leicht? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Markiere falsche Aussagen!

- ? Geckos können ihre Haftkraft verändern, je nach Untergrund.
- ? Die Haftkraft eines Geckos beträgt ein Vielfaches seines eigenen Körpergewichtes.
- ? Die Haftborsten wachsen dem Gecko in den ersten Wochen nachdem er das Ei verlassen hat.
- ? Ein Geckofuß verliert selbst durch Verschmutzung keine Haftkraft.
- ? Die Haftborsten des Geckos bestehen aus kleinsten Härchen.
- ? Geckos setzen für das Haften Muskelkraft ein.

# GANZ ZUM SCHLUSS...

Um die Informationen über Bauweise und Funktion eines Gegenstandes in komprimierter, anschaulicher Form darzustellen, kann man wissenschaftliche Modelle (Funktionsmodelle) benutzen. Eine vergrößerte, in ihre Einzelteile zerlegbare Pflanzenblüte aus Kunststoff ist z.B. ein solches Modell: Sie ist möglichst ähnlich wie das Original gestaltet und zeigt dessen Struktur und Funktion.

**Aufgabe:** Baut in eurer Kleingruppe ein wissenschaftliches Modell von einem der heute untersuchten Füße – wahlweise den Fuß eines Geckos, Chamäleons oder Warans.

Bei dieser Teamarbeit gilt es, folgende Bedingungen einzuhalten:

1. Die Arbeitszeit ist beschränkt auf eine Viertelstunde – inklusive Ausfüllen des Schülerbogens.
2. Als Arbeitsmaterial wird das in der Museumstasche befindliche Material benutzt (Papier, Draht, Schere, Stifte, Klebstoff).
3. Jeder Einzelne von euch muss am Ende in der Lage sein, das Ergebnis vor der Klasse zu präsentieren und möglichst ausführlich Struktur und Funktion des Fußmodells zu erklären.

**Notizen zu Besonderheiten eures Modells:**

## NACH DEM MODELLBAU

Auch das Erstellen eines Modells gehört zu den Methoden der empirischen Wissenschaft. In welche Phase würdest du diese Arbeit einordnen? Markiere!

1. Wissenschaftliche Fragen stellen
2. Lösungswege suchen
3. Informationen sammeln
4. Informationen ordnen
5. Ergebnisse festhalten
6. Ergebnisse präsentieren

Welches Vorwissen hattest du für das Erstellen des Modells?

---

---

---

---

---

## 11.4. Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Items des deutschen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe	43
Tabelle 2: Items des deutschen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.	44
Tabelle 3: Items des deutschen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.	44
Tabelle 4: Itemkennwerte im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.	47
Tabelle 5: Items im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“, die zum Faktor „Wissenschaftsorientiertes Arbeiten allgemein“ gehören.	48
Tabelle 6: Items im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“, die zum Faktor „Präsentation von Ergebnissen“ gehören.	48
Tabelle 7: Items im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“, die zum Faktor „Wissenschaftsorientiertes Arbeiten konkret“ gehören.	49
Tabelle 8: Reliabilitätskoeffizienten für die Gesamtskala und die Unterskalen im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.	50
Tabelle 9: Items im Follow-Up-Test zur Erfassung des Parameters „Bereitschaft zur weiteren Person-Gegenstands-Auseinandersetzung“.	50
Tabelle 10: Items im Follow-Up-Tests zur Erfassung des Parameters „Inhalts- und Prozesswissen“ mit zugehörigem Punkteschlüssel.	51
Tabelle 11: Items des englischen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.	53
Tabelle 12: Items des englischen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.	54
Tabelle 13: Items des englischen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ bei Probanden der neunten Jahrgangsstufe.	54

---

Tabelle 14: Items des englischen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“ bei Probanden der dritten und vierten Jahrgangsstufe. _____	55
Tabelle 15: Items des englischen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Interessiertheit an Thematik und Methodik“ bei Probanden der dritten und vierten Jahrgangsstufe. _____	55
Tabelle 16: Items des englischen Fragebogens zur Erfassung des Parameters „Einstellung zu Schule und Biologieunterricht“ bei Probanden der dritten und vierten Jahrgangsstufe. _____	56
Tabelle 17: Probandenanzahl und Erfassungszeitpunkte interesserelevanter Parameter in der Hauptstudie. _____	62
Tabelle 18: Effekte des Lernmoduls und des Einstellungstyps auf interesserelevante Parameter im Überblick. _____	69
Tabelle 19: Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung von Effekten der Lernmodule auf die drei Hauptfaktoren im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“. _____	74
Tabelle 20: Durchschnittliche Scores in allen Items von weiblichen und männlichen Probanden in den drei Versuchsgruppen der Hauptstudie. _____	76
Tabelle 21: Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden in der Kontrollgruppe und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ ohne initiierte Metakognition. _____	77
Tabelle 22: Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden in der Kontrollgruppe und nach dem Lernmodul „Gut zu Fuß“ mit initiiertes Metakognition. _____	79
Tabelle 23: Ergebnisse der Signifikanzüberprüfung von Effekten der Lernmodule auf die Einzelitems im Fragebogen „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“. _____	80
Tabelle 24: Mittelwerte verschiedener motivationaler Parameter, aufgeschlüsselt nach Versuchsgruppe und Einstellungstyp. _____	95
Tabelle 25: Korrelationsmatrix der erfassten motivationalen Parameter. _____	96
Tabelle 26: Interesserelevantes Item mit signifikantem Unterschied zwischen Probanden aus den USA und Deutschland. _____	98
Tabelle 27: Für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevante Items mit signifikantem Unterschied zwischen Probanden aus den USA und Deutschland. _____	99

---

Tabelle 28: Einzelitems des Einstellungsfragebogens mit signifikanten Unterschieden zwischen amerikanischen und deutschen Probanden.	101
Tabelle 29: Durchschnittliche Scores in allen Items vor und nach den Lernmodulen „ <i>Autumn Harvest</i> “ und „ <i>School in the Park</i> “.	106
Tabelle 30: Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten vor und nach den Lernmodulen „ <i>Autumn Harvest</i> “ und „ <i>School in the Park</i> “.	107
Tabelle 31: Durchschnittliche Scores in allen Items von weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem Lernmodul „ <i>Autumn Harvest</i> “.	109
Tabelle 32: Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem spaßorientierten Lernmodul „ <i>Autumn Harvest</i> “.	110
Tabelle 33: Durchschnittliche Scores in allen Items von weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem Lernmodul „ <i>School in the Park</i> “.	112
Tabelle 34: Items mit signifikanten Unterschieden im Antwortverhalten der weiblichen und männlichen Probanden vor und nach dem wissenschaftsorientierten Lernmodul „ <i>School in the Park</i> “.	113

## 11.5. Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Rahmenkonstruktion.	29
Abbildung 2: Experimentelles Forschungsdesign der Hauptstudie.	40
Abbildung 3: Anzahl der Schüler verschiedener Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen.	61
Abbildung 4: Durchschnittlicher Score der drei erfassten Einstellungstypen in den interesserelevanten Items.	63
Abbildung 5: Durchschnittliche Summenscores der Probanden in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Interessiertheit (gesamt)“.	64
Abbildung 6: Durchschnittliche Summenscores von Schülern verschiedener Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Interessiertheit (gesamt)“.	65
Abbildung 7: Durchschnittliche Summenscores der Probanden in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Interessiertheit an der Thematik“.	68
Abbildung 8: Durchschnittliche Summenscores von Probanden im Museum und in der Schule im Parameter „Interessiertheit (gesamt)“.	69
Abbildung 9: Durchschnittlicher Score der drei erfassten Einstellungstypen in den für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevanten Items.	70
Abbildung 10: Durchschnittlicher Score der Probanden in den drei Versuchsgruppen in den für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevanten Items.	71
Abbildung 11: Durchschnittliche Summenscores der Probanden in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Fähigkeitsselbstkonzepts zum forschenden Lernen“.	72
Abbildung 12: Durchschnittliche Summenscores von Schülern verschiedener Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.	73
Abbildung 13: Durchschnittlicher Score in Item 3, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	81
Abbildung 14: Durchschnittlicher Score in Item 6, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	82
Abbildung 15: Durchschnittlicher Score in Item 8, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	83

---

Abbildung 16: Durchschnittlicher Score in Item 14, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	84
Abbildung 17: Durchschnittlicher Score in Item 3 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	85
Abbildung 18: Durchschnittlicher Score in Item 4 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	86
Abbildung 19: Durchschnittlicher Score in Item 6 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	87
Abbildung 20: Durchschnittlicher Score in Item 8 von Schülern des Lernfreude-Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	88
Abbildung 21: Durchschnittlicher Score in Item 8 von Schülern des Gelangweilten Typs, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	89
Abbildung 22: Durchschnittlicher Score in Item 8 von Schülern des Zielorientierten Leistungstyps, dargestellt für die verschiedenen Versuchsgruppen.	90
Abbildung 23: Durchschnittliche Scores der weiblichen und männlichen Probanden in allen Items des Fragebogens „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.	91
Abbildung 24: Durchschnittliche Summenscores von Schülern der verschiedenen Einstellungstypen in den drei Versuchsgruppen im Parameter „Langfristiger Lernerfolg“.	93
Abbildung 25: Korrelation zwischen den Parametern „Interessiertheit“ und „Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen“.	97
Abbildung 26: Durchschnittliche Scores der amerikanischen und deutschen Probanden in den Items der für das Fähigkeitsselbstkonzept zum forschenden Lernen relevanten Hauptfaktoren.	100
Abbildung 27: Durchschnittliche Scores der amerikanischen und deutschen Probanden in den Items der für die Einstellung zu Schule und Biologieunterricht relevanten Hauptfaktoren.	102
Abbildung 28: Typische Arbeitsschritte im naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg.	161

## 11.6. Verzeichnis der Zeichen und Abkürzungen

%	-	Prozent
*	-	signifikant
**	-	hoch signifikant
***	-	höchst signifikant
=	-	kleiner gleich
A	-	Gruppe A
A.E.	-	American English
B	-	Gruppe B
B.E.	-	British English
dt.	-	deutsch
GT	-	Gelangweilter Typ
I	-	Item
Ii	-	Item international
KG	-	Kontrollgruppe
LFT	-	Lernfreude-Typ
N	-	Anzahl der Probanden
n.s.	-	nicht signifikant
p	-	p-Wert (Probability)
PGA	-	Person-Gegenstands-Auseinandersetzung
t.s.	-	Tendenz zur Signifikanz
vgl.	-	vergleiche
z.B.	-	zum Beispiel
ZLT	-	Zielorientierter Leistungs-Typ



---

## Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt und die benutzten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe. Sie wurde an keiner anderen Hochschule als Dissertation eingereicht und wurde noch nicht veröffentlicht.

Bonn, im September 2007

---

Michaela S. Kref

